Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON

ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS • E. BEDERKE • H. BROCKMANN • P. TEN BRUGGENCATE • C. W. CORRENS • H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER • R. GRAMMEL • O. HAHN • R. HARDER • M. HARTMANN • W. HEISENBERG • K. HENKE
A. KUHN • M. v. LAUE • H. MARTIUS • R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

41. JAHRGANG **HEFT 18** (ZWEITES SEPTEMBERHEFT) **1954**

INHALT:

Seite

AUFSÄTZE.

Zwei neu entdeckte BERZELIUS-Bildnisse. Von A. HOLMBERG 413

BERICHTE.

25 Jahre Wuchsstofforschung. Von R. POHL (Schluß) . . . 414

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Anomale erdmagnetische Variationen von kurzer Periode in Japan. Von T. RIKITAKE und I. YOKOYAMA 420
Über Selbstabsorption und Linienform im Bandenspektrum von OH in Flammen. Von L. HULDT und E. KNALL . . 421
Zur autoradiographischen Methode. Von G. RIEDER 421
Relation between evaporation spirals and the structure of grain boundaries. Von S. AMELINCKX und E. VOTAVA . . 422
Über eine Verbesserung der VAN SLYKEschen Apparatur zur manometrischen Bestimmung der Blutgase. Von N. ZÖLLNER und E. ZEILINGER 423
Zur Dipolresonanz von assoziierten Fehlstellen in Silberbromid. Von J. TELTOW und G. WILKE 423
Elektromechanische Aktivität von $BaTiO_3$-Keramik bei Gegenpolarisation. Von T. F. HUETER und D. P. NEUHAUS . . . 424
Herstellung reiner Naphthalinkristalle durch Zonenschmelzen. Von H. CHR. WOLF und H. P. DEUTSCH 425
Über die elektrochemische Sauerstoffmessung nach F. TÖDT. Von G. SCHENCK und G. BERG 425
Geschwindigkeit und Temperaturabhängigkeit photosensibilisierter Reaktionen mit O_2. Von G. O. SCHENCK, K. G. KINKEL und E. KOCH 425
Über die Synthese von unsymmetrischen Disulfiddicarbonsäuren. Von A. SCHÖBERL, H. TAUSENT und A. WAGNER 426
Über α-Chloräther des 1-Phenoxy-2-äthoxyäthens. Von H. BAGANZ und E. BRINCKMANN 427
Über 1-Chlor-1.2-dipropoxyäthen. Von H. BAGANZ und W. HOHMANN 427
Changes in the Saccharides of Stored-pulses. A Study by Circular Paper Chromatography. Von D. B. PARIHAR . . . 427
The detection of a ketoheptose sugar in colostrum and udder tissue from cows. Von G. PEETERS, R. COUSSENS und G. SIERENS 428
17-Methyloestradiol, ein oral hochwirksames Oestrogen. Von E. HAACK, G. STOECK und H. VOIGT 429
Hemmung der oxydativen Phosphorylierung durch tierische Gifte. Von E. HABERMANN 429
Die Katalaseaktivität INH-sensibler und -resistenter Mycobakterien und ihre Hemmbarkeit durch INH. Von R. BÖNICKE 430
Zur Chemie des Melanophorenhormons der Hypophyse. Von H. FISCHER, H. KÜRSTEN, H. GIERSBERG und R. MODES . 431
On Drug-produced Experimental Psychoses. Von R. FISCHER und N. AGNEW 431
Die löslichen Kohlenhydrate der Kakaobohne. Von H. THALER 432
On the free amino acid composition of *Phaseolus radiatus* (Green Gram). Von A. N. RADHAKRISHNAN und C. S. VAIDYANATHAN 432
Nachweis der fehlenden Zellkernschädigung des cancerogenen Benzpyrens im Froschsamenversuch. Von G. RUHLAND und I. WEISS 433
Free chromosomes as normal and carcinogenic milk factors. Von M. COPISAROW 433
Interspezifische Sterilpaarung als konkurrenzökologischer Faktor bei Gammariden (Crustacea, Peracarida). Von O. KINNE 434
Untersuchungen über die Symbiose der Triatomiden Rhodnius prolixus Stål und Triatoma infestans Klug. Von F. BEWIG und W. SCHWARTZ 435
Elektrophysiologischer Nachweis einer I-Retina bei einem Säuger (Citellus citellus L.). Von H. BORNSCHEIN 435
Triploide Krötenbastarde mit experimentell verdoppeltem mütterlichem Genom. Von G. HERTWIG, G. RUHLAND und I. WEISS 436
Sarcophaga carnaria als obligatorischer Regenwurmparasit. Von A. I. EBERHARDT 436
Berichtigung 436

Die Biochemie der Viren

Von **Gerhard Schramm**, Prof. Dr. phil., Max-Planck-Institut für Virusforschung, Tübingen. (Organische Chemie in Einzeldarstellungen. Herausgegeben von Hellmut Bredereck und Eugen Müller. V. Band.) Mit 67 Abbildungen. VIII, 276 Seiten Gr.-8°. 1954. Ganzleinen DM 36.—

Inhaltsübersicht: A. Allgemeiner Teil: Einleitung. Einteilung und Benennung der Virusarten. Nachweis und quantitative Bestimmung der Viren. Reindarstellung der Virusarten. Größe und Gestalt. Elektrochemische Eigenschaften der Viren. Chemische Eigenschaften der Viren. Immunologische Eigenschaften der Viren. Virus und Wirt. Mutation der Viren. Bekämpfung der Viruskrankheiten. — **B. Spezieller Teil:** Beschreibung der einzelnen Virusarten: Kristallisierte Pflanzenviren mit annähernd isodiametischer Form. Stäbchenförmige Pflanzenviren. Große, sich in Insekten vermehrende Pflanzenviren. Bakteriophagen. Insektenviren. Annähernd kugelförmige Viren der Warmblüter mit einem Durchmesser unter 50 mμ. Kugelförmige Viren der Warmblüter mit einem Durchmesser über 50 mμ. Viren der Warmblüter mit unregelmäßiger Gestalt. Quaderförmige Viren der Warmblüter. Viren der Psittakose-Lymphogranuloma-Gruppe. Pleuropneumonieähnliche Organismen. Morphologisch weniger gut untersuchte Viren. — Verzeichnis größerer Sammelwerke. — Namen- und Sachverzeichnis.

Entsprechend der Absicht der Herausgeber, in dieser Sammlung auch die Biochemie besonders zu pflegen, erscheint mit dem vorliegenden Band der erste Beitrag aus diesem Gebiet.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Euchen*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 2492 51) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:
Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London N.W. 1

Springer-Verlag
Berlin . Göttingen . Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21; Fernsprecher 4717.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Aufnahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebenso gut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Quantenbiologie

Einführung in einen neuen Wissenszweig. Von **Friedrich Dessauer**, o. ö. Professor em., Dr. phil. nat., Dr. med. h. c., Dr. theol. h. c., Frankfurt a. M. Mit 43 Textabbildungen. IV, 178 Seiten Gr.-8°. 1954.

Steif geheftet DM 18.60

Inhaltsübersicht: **Biologische Quantenphysik. Formalismus der quantenbiologischen Depot-(Treffer-) Theorie: Quantenbiologie in der Genetik. A. Experimentelle und cytologische Genetik. B. Methoden und Ergebnisse. C. Quantenbiologische Analyse der Gen-Mutationen. — Neuere Ergebnisse und Probleme.** — Ein Gedenkblatt. — Namenverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 41 Heft 18 (Zweites Septemberheft) 1954

Zwei neu entdeckte Berzelius-Bildnisse.

Von ARNE HOLMBERG, Stockholm.

Im Jahre 1951 sandte mir Professor W. PRANDTL in München eine Kopie eines sich in seinem Besitze befindenden, von F. WÖHLER verfaßten Schriftstückes vom 30. 9. 1881, aus dem man schließen konnte, daß eine BERZELIUS-Statuette im Anfang der 80er Jahre ausgeführt werden sollte oder wenigstens geplant wurde. 1951 veröffentlichte ich einen Artikel[1]) „Gibt es eine BERZELIUS-Statuette aus den 80er Jahren?", in dem WÖHLERs Schriftstück abgedruckt ist. Ich hoffte, daß die mir bis dahin ganz unbekannte Statuette entdeckt werden würde. Diese Hoffnung ist neulich erfüllt worden, und als „Nebenprodukt" wurde fast gleichzeitig ein zweites BERZELIUS-Bild, ein Gemälde, entdeckt. Mit der Sache verhält es sich folgendermaßen.

Bei einem Besuch bei Professor ALDER in Köln sah Professor FREUDENBERG (Heidelberg) „ein sehr schönes, von einem Franzosen gemaltes Bildnis von BERZELIUS in mittleren Jahren". Später erfuhr Professor FREUDENBERG durch Dr. RICHARD LEPSIUS, daß nach einem verschollenen Bild von BERZELIUS gesucht wurde, und machte mich auf das Kölner Gemälde aufmerksam. Als ich für die freundliche Auskunft dankte, aber zugleich mitteilen mußte, daß das verschollene Bildnis eine Statuette wäre, teilte er mir mit, daß eine Bronzestatuette von BERZELIUS sich bei dem Mann einer Großnichte von BUNSEN, dem Kinderarzt Dr. med. RIEHN, Hannover, befinde. Ich schrieb sofort an Dr. RIEHN, der diese Auskunft bestätigte und mir liebenswürdig zwei Photographien der Statuette sandte. Aus seinem diesbezüglichen Briefe kann folgendes mitgeteilt werden. Die Statuette stammt aus dem Nachlaß ROBERT BUNSENs, des Oheims des Landgerichtsdirektors PHILIPP BUNSEN, der sie erbte und nach dessen Tode 1915 sie in den Besitz seiner drei Töchter überging, deren eine mit Dr. RIEHN verheiratet ist. Die Statuette und das Postament sind je 1 m hoch, und auf dem Sockel ist die Inschrift: „G. Eberlein fecit. Gegossen Ch. Lenz Nürnberg 1881". Der Künstler ist also der bekannte Bildhauer Gustav Eberlein (geb. 1847, gest. 1926).

Wie aus der Abbildung (Fig. 1) hervorgeht, ist BERZELIUS nicht, wie WÖHLER vorgeschlagen hatte, im Oberrock dargestellt, sondern im Leibrock, und die Statuette weist eigentlich auch im übrigen keinen Einfluß von RAUCHs GOETHE-Statuette auf. Die Gesichtszüge erinnern an die der Statue von QVARNSTRÖM, besonders in halbem Profil, und die Attribute Schreibfeder und Buch erinnern an QVARNSTRÖMs Stylus mit antiker Buchrolle.

Leider ist es mir nicht möglich gewesen, über die Herkunft der Statuette etwas Bestimmtes zu erfahren; sie wird weder in der kunstgeschichtlichen Literatur über EBERLEIN noch in den Biographien über BUNSEN (soweit in Schweden zugänglich) erwähnt. Nach ADOLF ROSENBERG („Eberlein", 1903) sollte das städtische Museum in Hann. Münden (jetzt „Heimat-Museum") EBERLEINs sämtliche „bisher" (d.h. mindestens bis 1903) geschaffenen Werke in Gipsabbildungen oder in Skizzen und Entwürfen besitzen. Die meisten dort befindlichen Plastiken EBERLEINs sind verlorengegangen, aber, wie der jetzige Museumsleiter, Konrektor VOIGT, freundlich mitgeteilt hat, es befand sich keine BERZELIUS-Statuette darunter. Dr. RIEHN kann auch nichts über die Herkunft aussagen; sein Schwiegervater hat mit ihm niemals darüber gesprochen, und von den Freunden ROBERT BUNSENs, die man fragen könnte, lebt wohl keiner mehr. Dr. RIEHN meint, es sei nicht wahrscheinlich, daß BUNSEN sie selber hat herstellen lassen, sondern sie sei ihm ohne Zweifel geschenkt worden, vielleicht bei seinem 50jährigen Doktorjubiläum (17. 10. 1881). Diese Theorie erscheint sehr annehmbar, aber man könnte sich fragen, warum nichts Schriftliches über eine solche Gabe, z.B. ein Verzeichnis der Gratulanten und Spender, aufbewahrt ist. Auch diese Frage kann tatsächlich beantwortet werden. Im Jahre 1900, kurz nach BUNSENs Tode, wurden von der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften in Stockholm Versuche gemacht, aus seinem Nachlaß die Briefe, die er von BERZELIUS bekommen hatte, im Original oder in Abschrift zu erwerben. Man wandte sich unter anderem an seinen Neffen, den oben erwähnten Landgerichtsdirektor (a. D.) PH. BUNSEN, damals in Marburg. Dieser antwortete unter anderem (19. März 1900): „Nach einem mir zu Ohren gekommenen Gerüchte soll mein Onkel schon vor geraumer Zeit seine Correspondenz etc. den Flammen übergeben haben. Tatsache ist, daß er in seinem Testamente (von 1893) die — mir auch widerholt mündlich ausgesprochene — Bestimmung getroffen hat, daß von seinen Briefschaften und Scripturen, die sich bei seinem Tode vorfinden würden, nichts veröffentlicht werde, da er den bestimmten Willen habe und hiemit zum Ausdruck bringe, daß nach seinem Ableben weder von seinen zurückgelassenen — größtenteils unvollendet gebliebenen — wissenschaftlichen Arbeiten, noch auch von seinen Briefen und anderen Skripturen etwas in die Öffentlichkeit gelange."

Fig. 1. BERZELIUS-Statuette von G. EBERLEIN aus dem Jahre 1881.

BUNSEN hat mindestens 29 Briefe (aus den Jahren 1838 bis 1847) an BERZELIUS geschrieben, und wahrscheinlich hat es ungefähr ebensoviele von BERZELIUS an BUNSEN gegeben, aber die Akademie konnte bei dieser Gelegenheit keinen einzigen in Original oder

[1]) HOLMBERG, A.: Naturwiss. 38, 206 (1951).

Abschrift erwerben. Es scheint also wahr zu sein, daß BUNSEN seine Korrespondenz systematisch vernichtet hat, so daß nur ganz zufällig einige Bruchstücke derselben gerettet worden sind[1]).

Es ist natürlich zu beklagen, daß man nicht mitteilen kann, unter welchen Umständen die Statuette zustande gekommen ist, aber es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß sie mit der identisch ist, über deren Gestaltung WÖHLER um Rat gefragt wurde. Gegen die Theorie Dr. RIEHNs betreffs des Doktorjubiläums spricht eigentlich nur der Umstand, daß zwischen WÖHLERs Schriftstück und dem Jubiläum eine Frist von nur anderthalb Monat ist, aber die feierliche Übergabe kann wohl einige Zeit nach dem „richtigen" Tage stattgefunden haben. Daß man große Eile gehabt hat, kann vielleicht der Grund gewesen sein, daß keine Abbildung der Statuette ins Museum Hann. Münden gelangt ist.

Zuletzt einige Worte über das Kölner Bildnis, von dem Professor ALDER mir liebenswürdigerweise eine gute photographische Abbildung überlassen hat. Es ist ein Ölgemälde, Brustbild, mehr als lebensgroß, in ovalem Rahmen mit Inschrift „JACQUES BERZELIUS" und mit „F. O'CONNELL 1857" signiert. Es ähnelt keinem der bekannten Porträts ganz, aber es erinnert an die in vielen verschiedenen Lithographien reproduzierte Zeichnung von F. KRÜGER aus dem Jahre 1827. Wie aus der Signatur hervorgeht, ist es von FRIEDERIKE O'CONNELL, geb. MIETHE, „Bildnismalerin und Radiererin, Schülerin von BEGAS in Berlin und GALLAIT und BERTIN in Paris" (laut THIEME), gemalt. Diese Künstlerin war in Potsdam geboren, hatte sich in Brüssel 1844 verheiratet und erhielt im Jahre 1851 eine Medaille. Sie stellte Porträts im Pariser Salon 1846 bis 1868 aus. (Über ihr Todesjahr sind die Meinungen strittig.) Es ist kaum wahrscheinlich, daß sie selbst BERZELIUS gesehen hat, aber im Jahre 1857, neun Jahre nach seinem Tode, gab es natürlich viele, die ihn gesehen hatten und die Ähnlichkeit beurteilen konnten. Man weiß wenigstens vorläufig nicht, wer der erste Besitzer war (das Gemälde wurde im Kölner Kunsthandel erworben); aber man darf wohl vermuten, daß der Besteller oder Käufer BERZELIUS persönlich gekannt hatte und das Bild dem Original ähnlich gefunden hat.

Kungl. Vetenskapsakademiens Bibliotek, Stockholm 50.

[1]) Bis jetzt sind überhaupt nur zwei Briefe von BERZELIUS an ihn bekannt, beide aus dem Jahre 1846, einer seit langer Zeit in der Universitätsbibliothek Bonn, einer erst neulich entdeckt und von der Universitätsbibliothek Göttingen erworben.

Eingegangen am 1. Juni 1954.

Berichte.

25 Jahre Wuchsstofforschung.

Eine kritische Betrachtung des augenblicklichen Standes der Wuchsstofforschung.

Von R. POHL, Freiburg i. Br. (Schluß.)

III. Wuchsstoff und Tropismen[1]).

Die Untersuchungen der Orientierungsbewegungen unserer Pflanzen, insbesondere ihrer Bewegungen zum Licht und ihres in bezug zur Schwerkraft gerichteten Wachstums, hatten zur Entdeckung des Wuchsstoffes geführt. Es ist selbstverständlich, daß in den ersten Jahren der Wuchsstofforschung die Analysen der Tropismen unter dem Aspekt des neuen Wirkstoffes für das Wachstum recht zahlreich waren und zunächst den Hauptteil des neuen Forschungsgebietes ausmachten. Manche Theorie, so z. B. die von dem überoptimalen Wuchsstoffgehalt der Wurzel, ist allein aufgestellt worden, um ihre gerichteten Wachtumsbewegungen als Wuchsstoffeffekte erklären zu können. Ein derartiges Vorgehen hatte eine Scheinblüte der Wuchsstofforschung zur Folge, die zunächst großartige Erfolge verbuchen konnte, dann aber bei einer tieferen Auswertung stagnieren mußte. Gerade auf dem Gebiet der Tropismen sind neue Ansätze vonnöten, um diese Stagnation zu überwinden.

1. Wuchsstoff und Lichtwachstumskrümmung.

Für die Erklärung der Lichtwachstumskrümmungen liegen neue ausbaufähige Versuchsergebnisse vor (GALSTON [*35*], FERRI [*30*], REINERT [*63*], BRAUNER [*14*]). Nachdem bereits WENT in seiner klassischen Arbeit (1928) eine verringerte Wuchsstoffabgabe belichteter Haferkoleoptilen und vor allen Dingen auch bei einseitiger Belichtung einen höheren Wuchsstoffgehalt der Schattenflanke gegenüber der Lichtflanke festgestellt hatte, war die Lichtwachstumskrümmung als Wuchsstoffeffekt zunächst geklärt. Offen blieb dabei aber die Frage, wie es zu dieser ungleichen Wuchsstoffverteilung bei einseitiger Belichtung kommt. Zweifellos wurden, wie WENT schon erkannte, bei allseitiger Belichtung der Gesamtwuchsstoffgehalt und die Abgabe der Spitze herabgesetzt. Bei einseitiger Belichtung erfolgt aber nicht nur eine Abnahme des Wuchsstoffes an der Lichtflanke, sondern gleichzeitig auch eine Vermehrung auf der Schattenflanke. WENT schloß daraus auf eine Querverschiebung des Wuchsstoffes. Spätere Untersuchungen bestätigten im wesentlichen die WENTschen Befunde. Das Verhältnis im Wuchsstoff-Gehalt von Schatten- zur Lichtflanke schwankt je nach der Lichtintensität, mit der die Koleoptile einseitig gereizt wurde, zwischen 2:1 bis 5:1 (vgl. SÖDING [*75*]), wobei der Gesamtwuchsstoffgehalt herabgesetzt ist.

Die weitere Analyse hat demnach zwei Fragen zu klären: 1. Wie kommt es zur Abnahme des Wuchsstoffes an der Lichtflanke? 2. Wie erklärt sich die Erhöhung des Wuchsstoffspiegels an der Schattenflanke?

Die erste Frage war bereits einer Klärung nahe gebracht, als KÖGL und seine Mitarbeiter [*45*] die Photoinaktivierung von Auxin a bei Anwesenheit von Karotinoiden nachweisen konnten. Nun hat es sich aber gezeigt, daß die überwiegende Menge des Wuchsstoffes in der Koleoptile keineswegs Auxin a, sondern β-Indolylessigsäure ist. Diese wird aber durch das Licht mit Karotinoiden als Sensibilisatoren nicht inaktiviert, wohl aber durch Riboflavin. Die Inaktivierung bei Anwesenheit von Riboflavin besteht wahrscheinlich in einem Oxydationsprozeß, bei dem die Seitenkette der Molekel verändert wird (GALSTON [*35*], BRAUNER [*13*]). Das Vitamin B_2, Riboflavin, ist nun ziemlich gleichmäßig über die Haferkoleoptile verteilt und keineswegs besonders in der Spitzenzone gelagert. Hier erfolgt aber in besonders hohem Grade die Perzeption des Lichtreizes. Bei Entfernung der Spitze ist der Koleoptilstumpf, auch wenn er nach Regeneration der physiologischen Spitze sein Wachstum wieder aufgenommen hat, wesentlich unempfindlicher gegen eine einseitige Belichtung. Ferner zeigt die spektrale Abhängigkeit der phototropen Empfindlichkeit zwei Maxima, die für eine Beteiligung von Karotinoiden am Inaktivierungsprozeß sprechen. Hinzu kommt, daß gerade

[1]) Tropismen = durch einen Außenfaktor induzierte, gerichtete Krümmungsbewegungen. Phototropismus = Wachstumskrümmung zum Licht. Geotropismus = Wachstumskrümmung unter dem Einfluß der Erdschwere; positiver Geotropismus = Wachstum in Richtung zum Erdmittelpunkt; negativer Geotropismus = Wachstum in Richtung vom Erdmittelpunkt weg. Plagiotropismus = Wachstum in einem Winkel (πλάγιος = schief) zur Erdschwere.

die Koleoptilspitze besonders reich an diesen Substanzen (Xantophyll) ist, was ebenfalls für ihre Bedeutung bei der Inaktivierung des Wuchsstoffes spricht. Somit besteht eine Diskrepanz zwischen der in vivo verlaufenden Wuchsstoffzerstörung, die an Karotinoide gebunden zu sein scheint, und der in vitro beobachteten, die nur bei Anwesenheit von Laktoflavin, aber nicht von Karotinoiden von statten geht. REINERT [*63*] hat zur Lösung dieses Problems eine neue Theorie aufgestellt und experimentell belegt. Er konnte nämlich nachweisen, daß in vitro die Zerstörung von β-Indolylessigsäure mit Laktoflavin bedeutend inhibiert wird, falls gleichzeitig Karotinoide in der Lösung anwesend sind. Karotin schützt somit den Wuchsstoff vor der Inaktivierung durch das Licht. Bei einer einseitigen Belichtung eines Organes, das Karotin enthält, soll dadurch auf der Lichtflanke zwar eine starke Zersetzung des Wuchsstoffes stattfinden können, auf der Schattenseite aber nur eine weitaus geringere, da auf dem Wege durch das Organ das wirksame Licht durch Karotin abgefiltert wird. Karotin bewirkt demnach eine stärkere Lichtdifferenz zwischen Licht- und Schattenflanke. BRAUNER [*14*] hat diese Befunde REINERTs bestätigen können und sie weiter ausgebaut. Er nimmt an, daß dem Karotin nicht nur eine physikalische Schutzwirkung zugesprochen werden muß, sondern darüber hinaus auch eine chemische, wobei es an Stelle des Wuchsstoffes für den durch Laktoflavin sensibilisierten Sauerstoff als Akzeptor dient.

Diese Untersuchungen haben unsere Frage nach der Abnahme des Wuchsstoffes an der Lichtflanke theoretisch im Ansatz geklärt. Völlig offen aber lassen sie die zweite Frage nach der eindeutig festgestellten Erhöhung des Wuchsstoffspiegels an der Schattenflanke. Experimentell ist dieses Problem noch nicht angegangen worden, da eine wohlfundierte, theoretische Erklärungsmöglichkeit bisher nicht gegeben war. Die inzwischen aus den Arbeiten mit Hemmstoffen und Wuchsstoff gewonnenen Erfahrungen lassen aber folgende Deutung dieser Frage zu, die der experimentellen Überprüfung offen steht. Die Untersuchungen der β-Indolylessigsäure-Photolyse mit Laktoflavin ergaben, daß das Endprodukt dieses Prozesses eine Substanz ist, die wahrscheinlich einen unveränderten Indolring besitzt und an der nur die Seitenkette verändert ist. Es liegen Anzeichen dafür vor, daß dieses Abbauprodukt Indolaldehyd (BRAUNER [*14*]) ist. Diese Substanz besitzt nun eine antagonistische Wirkung zum Wuchsstoff dadurch, daß sie in Platzkonkurrenz mit dem Wuchsstoff tritt. Dieser Antagonismus kann in folgender Weise von einschneidender Bedeutung für den Wuchsstofftransport sein:

Der Wuchsstoff wandert in der Koleoptile wohl infolge eines elektrischen Potentialgefälles im dissoziierten Zustand von der Spitze zur Basis. Bei einer künstlichen Wuchsstoffstauung basalwärts wird die Wuchsstoffabgabe der Spitze herabgesetzt (POHL [*57*]). Durch Licht inaktivierter Wuchsstoff wird, wenn das Abbauprodukt ein neutrales Indolderivat ist, dem elektrophoretischen Transport nicht unterliegen und damit zugleich den Wuchsstoffabfluß an der Lichtflanke zum Teil vorübergehend herabsetzen. Dadurch wird der von der Spitze abgegebene Wuchsstoff nunmehr vermehrt nach der Seite eines ungehinderten Abflusses, nämlich zur Schattenflanke abwandern. Diese Theorie läßt auch eine Deutung eines von BRAUNER [*10*] gemachten Befundes zu, daß ein phototropisch gereizter Koleoptilstumpf sich krümmt, wenn ihm nach der Reizung eine ungereizte Koleoptilspitze aufgesetzt wird. Wuchsstoffreste im Stumpf, die zu einer Wachstumsreaktion nicht ausreichen, werden durch das Licht bei der Reizung inaktiviert und bleiben auf dem Transportweg des Wuchsstoffes zeitweilig liegen. Bei Zufuhr von aktivem Wuchsstoff nach Aufsetzen der Koleoptilspitze wird nun die Schattenflanke mehr Wuchsstoff erhalten als die Lichtflanke. Diese Polarisierung des Koleoptilstumpfes bleibt solange bestehen, wie das Abbauprodukt des Wuchsstoffes den Transportweg blockiert. Dadurch wird es verständlich, daß die ungleiche Wuchsstoffverteilung längere Zeit nach der Reizung durch Licht noch erhalten bleibt.

Diese neuen experimentellen und theoretischen Ansätze zur Analyse der Lichtwachstumskrümmung lassen eine weitgehende Deutung dieses Problems erhoffen.

2. *Wuchsstoff und geotrope*[1]) *Krümmung.*

Das unter dem Einfluß der Schwerkraft gerichtete Wachstum der höheren Pflanze ist zweifellos mit dem Wuchsstoffproblem eng verknüpft, denn bei einer Lagerung von Sproß oder Wurzel in die Waagerechte kommt es zu einer Ansammlung des Wuchsstoffes an der Unterseite und damit zu einem unterschiedlichen Wachstum zwischen Ober- und Unterseite. Auffang- und Extraktionsmethoden ergaben dabei ein Zahlenverhältnis von 2:1 oder 3:2 im Wuchsstoffgehalt von Unter- zur Oberseite (DOLK [*28*], DIJKMANN [*27*]). Eine Abnahme des Gesamtwuchsstoffes findet im Gegensatz zur phototropischen Reizung nicht statt. CHOLODNY hatte bereits 1926 eine derartige Querverschiebung einer wachstumsfördernden Substanz unter dem Einfluß der Erdschwere postuliert. Die spätere Wuchsstofforschung konnte diese Theorie bestätigen; ein Mehr an Wuchsstoff auf der Unterseite muß deren Wachstum gegenüber dem der Oberseite fördern. Daraus resultiert die Aufkrümmung des Sprosses. Das umgekehrte Verhalten der Wurzel fand in der schon zitierten Annahme eines überoptimalen Wuchsstoffspiegels in der Wurzel seine Erklärung (BOYSEN-JENSEN [*9*]). Das Verhalten von Wurzel und Sproß wird demnach auf den gleichen Wirkungsmechanismus des Wuchsstoffes zurückgeführt, nur mit der Einschränkung, daß die Empfindlichkeit der Wurzel auf Wuchsstoff höher ist als die des Sprosses.

Dieser Stand der Forschung war um das Jahr 1936 erreicht, und von diesem Zeitpunkt an sind keine erheblichen Fortschritte auf diesem Gebiet mehr erzielt worden, obwohl eine Reihe von Fragen, wie z. B. die Umstimmung eines Sprosses in seinem geotropen Verhalten oder die Ursache der höheren Empfindlichkeit der Wurzel für Wuchsstoff offen lagen. Eine kritische Überprüfung der bestehenden, nun schon fast überlieferten Theorien bezüglich der Analyse der geotropen Reaktionen der Pflanzen scheint daher erforderlich zu sein, um diesem Teilgebiet der Wuchsstofforschung zu neuen Untersuchungen zu verhelfen.

Der erste Schritt zur geotropen Krümmung eines Organes ist die Perzeption des Schwerereizes. Wie diese erfolgt, ob durch Verlagerung von Statolithenstärke nach der Theorie von HABERLANDT [*43*] und NEMEC [*51*] oder auf Grund eines geoelektrischen Effektes nach BRAUNER [*11*], steht zunächst außerhalb unserer Diskussion. Die Wuchsstofforschung hat vielmehr erst bei der Frage einzusetzen, wie es nach der Aufnahme des Schwerereizes zu einer Verlagerung des Wuchsstoffes im Organ kommt. Hierzu bietet allerdings meines Erachtens die von BRAUNER gegebene Erklärung einen besseren Ausgangspunkt als die Statolithentheorie.

BRAUNER stellte fest, daß an waagerecht liegenden Pflanzenteilen wie auch an mit Salzlösungen getränkten toten Membranen eine Potentialdifferenz zwischen Ober- und Unterseite auftritt derart, daß die Unterseite zur Oberseite positiv geladen ist. Auf der Unterseite müssen sich demnach besonders Kationen in verstärktem Maße anreichern. Wenn wir annehmen, daß der normale Wuchsstofftransport in der Pflanze über die Plasmagrenzflächen verläuft, wobei der Wuchsstoff in dissoziierter Form vorliegt, so muß bei einer positiven Ladung der Unterseite das negativ geladene Wuchsstoffanion dorthin abwandern. Dies würde den Quertransport erklären, nicht aber die Abwanderung des Wuchsstoffes unmittelbar in der Spitze zur Unterseite. Vielmehr wäre zu erwarten, daß bei einer Wuchsstoffanhäufung basalwärts die Abgabe in dieser Richtung herabgesetzt wird. Nun ist aber zu bedenken, daß eine Erhöhung der Kationen an der Plasmagrenzfläche die Dissoziation des Wuchsstoffes verringert. Die ungeladenen Wuchsstoffmolekeln wandern aber leicht in das Binnenplasma ab und machen neuen Wuchsstoffmolekeln Platz, die von der Spitze abwärts wandern. Somit ist letzten Endes bei der geotropen Reizlage eines Organes insbesondere die Anzahl der Wuchsstoffmolekeln im Binnenplasma der Zellen auf der Unterseite erhöht, und darin unterscheiden sich diese wesentlich von einer Zelle beim normalen Wachstum. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn der physiologische Zustand einer Zelle, die durch eine

[1]) Siehe Fußnote [1]), S. 414.

geotrope Reizlage zu einem verstärkten Wachstum angeregt wird, ein anderer ist als bei ihrem normalen Wachstum. So fand ZIEGLER [85] an gëisch gereizten Sprossen von *Helianthus annuus* (Sonnenblume) und *Bryophyllum* (Brutblatt) einen erhöhten Zuckergehalt und eine verstärkte Atmung auf der Unterseite. Die Atmungserhöhung konnte nicht auf den gesteigerten Zuckergehalt zurückgeführt werden, vielmehr ist anzunehmen, daß die in das Binnenplasma eingedrungenen Wuchsstoffmolekeln eine allgemeine Förderung der fermentativen Prozesse ausgelöst haben, wie wir es auf S. 398 diskutierten. Diese plasmatische Wuchsstoffreaktion führt im Sproß zu einer Erhöhung der Saugkraft, und mit ihrer Hilfe vermag sich dieser nun auch gegen einen erheblichen Widerstand aufzurichten. Während also beim normalen Wachstum die Erhöhung der Saugkraft durch Wuchsstoff gegenüber der die Permeabilität ändernden Reaktion zurücktritt, gewinnt sie bei der geotropen Reizlage in den Zellen der Unterseite gegenüber denen der Oberseite an Bedeutung. Die Wachstumsbeschleunigung der Unterseite ist daher, physiologisch gesehen, nur bedingt mit dem normalen Wachstum zu vergleichen. So wird auch eine Beobachtung von BEYER [3] verständlich, nach der ältere, nicht mehr wachsende Sproßteile der Sonnenblume sich doch noch geotrop aufkrümmen können. Daß an dem Zustandekommen der geotropen Aufkrümmung neben dem Wuchsstoff noch andere, zellphysiologische Faktoren mitspielen, steht außer Frage. Bei dieser Betrachtungsweise über das Eingreifen des Wuchsstoffes während der geotropen Krümmung erscheint das umgekehrte Verhalten der Wurzel zum Sproß in einem völlig anderen Licht. Die zunächst so einleuchtende und überzeugende Theorie BOYSEN-JENSENs vom überoptimalen Wuchsstoffgehalt der Wurzel muß starkem Zweifel ausgesetzt werden, wenn man in Erwägung zieht, wie unterschiedlich die Wurzeln auf ein Abschneiden ihrer Spitze antworten — die einen mit einer Wachstumsförderung, andere aber mit einer Wachstumshemmung — und wie regelmäßig bei allen die geotrope Krümmung einsetzt. Auch die Reaktion der Wurzel auf Wuchsstoffgaben in geringer Konzentration, die oftmals in einer Förderung besteht, ist mit der Theorie des überoptimalen Wuchsstoffgehaltes nicht zu vereinbaren. Ist der Wuchsstoffgehalt aber unteroptimal, so müßte bei einer Anhäufung desselben an der Unterseite zunächst eine Aufwärtskrümmung der Wurzel eintreten. An intakten Wurzeln aber hat man bisher eine derartige Reaktion auf einen gëischen Reiz nicht beobachtet. Die von BOYSEN-JENSEN aufgestellte Theorie des positiven Geotropismus der Wurzel bedarf also der Korrektion.

Betrachten wir die geotropische Krümmung so, wie wir es beim Sproß durchgeführt haben, als einen Sonderfall des Wachstums, bei dem der Wuchsstoff in verstärktem Maße über fermentative Prozesse in das Wachstumsgeschehen eingreift, so lösen sich die für die geotrope Krümmung der Wurzel aufgezeigten Schwierigkeiten. Wir sahen auf S. 398, daß die Wuchsstoffreaktionen in der Wurzel von denen des Sprosses sich darin unterscheiden, daß die vom Wuchsstoff ausgelösten Fermentreaktionen im Binnenplasma im Gegensatz zum Sproß das Wachstum hemmend beeinflussen. Wenn wir beim Sproß als auslösend für die geotrope Aufkrümmung in erster Linie die binnenplasmatischen Reaktionen verantwortlich gemacht haben, so muß analog in der Wurzel bei einem verstärkten Übertritt von Wuchsstoffmolekeln in das Binnenplasma eine Wachstumshemmung auf der unteren Flanke der Wurzel resultieren, unabhängig davon, ob die Wurzel nun einen über- oder unteroptimalen Wuchsstoffgehalt aufweist. Entscheidend für das Eintreten der positiv geotropen Reaktion ist daher nicht, wie bisher angenommen, die Wuchsstoffkonzentration an sich, sondern der Wuchsstoff, der in das Binnenplasma einwandert und dort über fermentative Prozesse das Wachstum hemmt. Selbst Wurzeln mit sehr geringem, auch unteroptimalem Wuchsstoffgehalt werden bei einem bevorzugten Abwandern von Wuchsstoff aus der Plasmagrenzfläche ins Binnenplasma eine Wachstumshemmung der Unterseite gegenüber ihrer Oberseite erfahren. Wenn bei extrem geringen Wuchsstoffkonzentrationen kurzfristig eine negative geotrope Krümmung der Wurzel beobachtet werden konnte (AMLONG [2]), so spricht dieser Befund nicht gegen vorstehende Theorie, denn bei geringen Konzentrationen wird der Wuchsstoff zunächst über die Plasmagrenzflächen wirken, d.h. bei waagerechter Lagerung auf der Unterseite sich anhäufen und über die erste Wuchsstoffreaktion eine Wachstumsförderung auslösen. Sobald aber Wuchsstoffmolekeln in das Binnenplasma einwandern, werden sie dieser Förderung des Wachstums entgegenwirken. Die negative Krümmung der Wurzel geht dann in eine positive über.

Ein derartiger Mechanismus der geotropen Reaktion von Sproß und Wurzel erscheint sehr sinnvoll, da die Aufkrümmung eines Sprosses im Schwerefeld eine wesentlich höhere Arbeitsleistung darstellen muß als die Abwärtskrümmung einer Wurzel. Die Aufrichtung eines Sprosses verlangt einen größeren Energieaufwand der Zellen an der Unterseite, da ihrer Ausdehnung nicht nur die Zellen der Oberseite entgegenstehen, sondern auch das Gewicht des Sprosses selbst. Außerdem ist, wenn wir uns die Keimung eines Samens im Boden vor Augen halten, die Erreichung des Lichtes für den jungen Sproß eine Lebensnotwendigkeit, die nur durch Überwindung aufliegender Bodenpartikelchen unter Aufwand von Energie erreicht werden kann. Für die Wurzel liegen dagegen die Verhältnisse anders. Ein dauernder zusätzlicher Energieaufwand beim waagerechten Wachstum über eine feste Unterlage, die nicht beiseite „gehoben" werden kann, wäre Energieverschwendung. Die nach vorstehender Theorie in einem solchen Fall auf der Wurzelunterseite durch die Wachstumshemmung bedingte Energieeinsparung ist im Hinblick auf das Wurzelwachstum ökonomischer. Die Wurzel preßt sich nicht unter Energieaufwand der Unterlage an, sondern gleitet gewißermaßen über sie hinweg, um, sobald sich eine Lücke in der Unterlage zeigt, abwärts zu wachsen. Daß die Wurzeln unserer Waldbäume Felsen aufbrechen können, ist eine Folge des Dickenwachstums der Wurzeln und hat nichts mit der geotropen Reaktion zu tun.

Wenn mit dieser neuen Theorie das unterschiedliche Verhalten von Wurzel und Sproß zunächst nur eine neue Deutung erfährt, so bietet diese Theorie aber den Vorteil, andere Erscheinungen, wie z.B. den Plagiotropismus[1]), „dessen Wuchsstoffanalyse noch kaum in Angriff genommen wurde" (SÖDING [75], S. 119), nunmehr erfolgversprechend anzugehen. Am plagiotropen Wachstum der Seitenwurzeln soll diese Möglichkeit kurz aufgezeigt werden. Die Seitenwurzeln wachsen bekanntlich nicht wie die Hauptwurzeln senkrecht, sondern unter einem bestimmten Winkel zur Schwerkraft. Dem positiven Geotropismus soll eine zweite, aber träger und negativ wirkende Kraft gegenüberstehen. VON WITSCH [84] hat nun zeigen können, daß Schwermetalle, insbesondere Kupferionen, die positiv wirkende Kraft auszuschalten vermögen, so daß sich die Seitenwurzeln wie Sproßorgane negativ geotrop verhalten und aufkrümmen. Es ist dabei zu bemerken, daß diese Aufkrümmung gëisch induziert ist. Nach der vorstehend diskutierten Theorie soll die positive geotrope Krümmung der Wurzel durch die Hemmung fermentativer Prozesse infolge Einwanderung von Wuchsstoffmolekeln in das Binnenplasma bewirkt werden, das Streckungswachstum der Wurzel selbst aber in erster Linie auf physikalisch-chemischem Wege bei Adsorption von Wuchsstoffmolekeln an lipoide Grenzflächen des Plasmas über eine Permeabilitätsänderung für Wasser reguliert werden. Kupferionen werden nun weniger die Lipoid- als die Eiweiß-gebundene Reaktion beeinflussen, in unserem Fall also in erster Linie die fermentativ bedingte Hemmung. Demzufolge wird vordringlich die lipoidgebundene Wuchsstoffreaktion zum Tragen kommen, die bei einer Anhäufung von Wuchsstoff auf der Unterseite und einem unteroptimalen Wuchsstoffgehalt der Wurzel zu einer Aufkrümmung führen muß. Beim normalen Wachstum der Seitenwurzeln werden beide Wuchsstoffreaktionen in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen, wodurch eine bestimmte Wachstumsrichtung zur Erdschwere resultiert.

Wieweit die Verhältnisse beim Seitenwurzelwachstum auf das plagiotrope Wachstum der Seitensprosse übertragen werden können, ist durch eingehende Versuche zu klären. Doch dürften sie hier teilweise anders gelagert sein, da nach SNOW [72], [73] in Seitensprossen

[1]) Siehe Fußnote [1]), S. 414.

ein verschiedener Transport des Wuchsstoffes in Ober- und Unterseite eine ausschlaggebende Rolle spielt und die dem negativen Geotropismus entgegenwirkende Kraft [Epinastie[1])] von der Schwerkraft unabhängig ist.

IV. Der Einfluß von Wuchsstoff auf Differenzierung und Organisation.

Der von SACHS mit der Hypothese spezifischer Wirkstoffe angebahnten Erforschung der pflanzlichen Entwicklung war mit der Entdeckung des Wuchsstoffes ein großer Erfolg beschieden. Wenn auch, wie wir in den vorhergehenden Kapiteln zeigen konnten, in erster Linie die reinen Wachstumsvorgänge vom Wuchsstoff gesteuert werden, so erkannte man bald, daß daneben auch die Differenzierung der Pflanze seinem Einfluß unterliegt. Zwar wurde und wird ihm oftmals auf diesem Teilgebiet der Entwicklungsphysiologie eine zu große Bedeutung beigemessen; andererseits kann man sein Mitwirken an Differenzierungsprozessen heute nicht mehr übersehen oder gar in Abrede stellen.

1. Wuchsstoff und Polarität.

Die Grundlage jeder Differenzierung eines vielzelligen Organismus, der sich aus einer Eizelle oder einer Spore entwickelt, stellt die *Ausbildung der Polarität* dar. Die Frage, ob der Wuchsstoff an ihr bei einer normalen Entwicklung beteiligt ist, soll an Hand einiger Beispiele zunächst beleuchtet werden. Wenn einem befruchteten Ei der Braunalge *Fucus vesiculosus* einseitig Wuchsstoff (10 bis 100 mg/l) zugeführt wird, indem man es auf eine Wuchsstoff-führende Kapillare legt, so bildet es an der Stelle das erste Rhizoid aus, an der es mit dem Wirkstoff in Berührung kommt (OLSON und DU BUY [*53*]). Mit der Ausbildung des Rhizoides ist eine erste Querpolarisierung des Eies manifest geworden. Da im Fucus-Ei Wuchsstoff nachgewiesen werden kann, liegt der Gedanke nahe,daß eine ungleiche Verteilung dieses Wirkstoffes auch bei der normalen Entwicklung die Querpolarität induziert, zumal das Licht, insbesondere UV-Strahlen, die den Wuchsstoff inaktivieren, ebenfalls die Ausbildung der Polarität dahingehend beeinflussen, daß die Schattenseite zur Rhizoidseite wird. Damit ist aber nicht gesagt, daß eine ungleiche Wuchsstoffverteilung die Polarität ausmacht. Vielmehr herrscht im Ei bezüglich der Polarität zunächst ein labiler Zustand, auf den verschiedene Faktoren, wie Eintritt des Spermatozoids, die Schwerkraft und auch eine ungleiche Wuchsstoffverteilung ausrichtend wirken können. Diese Faktoren geben dann aber nur den Anstoß zu einer gerichteten Entwicklung, die zu einer Stabilisierung der Polarität führt.

Für die Keimung eines Laubmooses *(Funaria hygrometrica)* hat HEITZ [*41*], [*42*] ähnliche Verhältnisse aufzeigen können. Dessen Sporen keimen unter bestimmten Bedingungen zuerst mit einem Rhizoid ebenso wie das Fucus-Ei an der dem Licht abgewandten Seite und anschließend an der Lichtflanke mit einem Protonema (Vorkeim), das dem Sproß der höheren Pflanze analog ist. Wird nun die Spore nach Ausbildung des Rhizoids um 180° gedreht, so entwickelt sich das Protonema neben dem Rhizoid. Dies beweist die zunächst noch vorhandene Labilität der polaren Ausrichtung, die sich erst später festigt. Die Polarität der Protonemen und Rhizoide sind dann inhärent. Werden nun solche Moossporen künstlich mit Wuchsstoff in hoher Konzentration ($5 \cdot 10^{-6}$ mol) allseitig versorgt, so wachsen die Sporen zu Riesenkugeln aus mit einer Volumenzunahme auf das 20 bis 40fache. Rhizoide und Protonemen werden nicht gebildet, d.h. Querpolarisation und Zellteilung werden unterdrückt. VON WETTSTEIN [*82*] hat die Befunde von HEITZ bestätigen können und darüber hinaus gezeigt, daß auch andere Substanzen wie Colchizin, Vitamin B_1 und Chloralhydrat den gleichen Einfluß auf die Ausbildung der Polarität nehmen, ohne dabei teilweise die Zellteilung zu unterdrücken. Es entwickeln sich dann aus der Spore nicht Protonemafäden und Rhizoide mit langgestreckten Zellen, sondern Zellhaufen aus isodiametrischen Zellen, die bei ihrem Wachstum keine Raumrichtung besonders betonen. Der apolare Zustand wird dabei also auf die Tochterzellen übernommen. Ist dagegen eine Polarität determiniert, so bleibt sie im allgemeinen erhalten, d.h. an einem Pol entstehen nun weiterhin Protonemen bzw. Sprosse, am anderen Rhizoide oder Wurzeln. Diese Ergebnisse zeigen eindeutig, daß die polare Asymmetrie unter anderem auch durch eine ungleiche Wuchsstoffverteilung induziert werden kann, da sie bei einer gleichmäßigen Überschwemmung der Spore mit Wuchsstoff ausbleibt. Die Polarität der Sprosse und Wurzeln selbst bzw. deren Zellen stellt aber etwas Spezifisches dar, das, wenn es einmal induziert ist, unabhängig vom Wuchsstoff und seiner Verteilung weiterbesteht. Vielmehr beherrscht sie nun ihrerseits den Wuchsstoff und seine Verteilung in den Organen, indem sie seinen Transport streng polar ausrichtet. Zwar gelingt es, durch hohe Wuchsstoffgaben verbunden mit bestimmten Eingriffen (CZAJA [*25*], FISCHNICH [*31*], PLANT [*56*]) an einem Sproßstück apikal Wurzeln und basal Sprosse zur Entwicklung zu bringen und damit scheinbar die polare Ausrichtung des Sproßstückes umzukehren. Aber nicht seine Polarität wird dabei verändert, sondern nur deren Auswirkung auf die Wuchsstoffverteilung künstlich überdeckt.

Eng mit der Polarität verknüpft ist bei der pflanzlichen Differenzierung die *Ausbildung der Dorsiventralität.* Wenn auch die Mehrzahl der Erscheinungsformen dorsiventraler Organe auf den bereits determiniert polaren Bau des Gewebes zurückgeführt werden kann, aus dem sie entstehen, so gibt es doch einige scheinbare Ausnahmen. Als ein Beispiel dafür kann die Entwicklung eines Lebermoosthallus aus einem Brutkörper dienen. Eine Gruppe der Lebermoose besitzt einen flächig ausgebildeten Vegetationskörper, der ausgesprochen dorsiventral gebaut ist. Die Unterseite, die dem Licht abgewandt ist und dem Substrat aufliegt, trägt zahlreiche Rhizoide und blattschuppenähnliche Anhängsel, die Oberseite dagegen Atmungsöffnungen für einen guten Gasaustausch. Außerdem befinden sich bei einigen Arten auf ihr kleine Brutbecher, in denen aus dem Thallus in vegetativer Vermehrung Brutkörper entstehen. Diese Brutkörper wachsen nach Ablösung von der Mutterpflanze wieder zu neuen Thalli aus. Im Gegensatz zu diesen sind sie aber morphologisch nicht dorsiventral gebaut. Beide Seiten des flächigen Brutkörpers sind völlig gleich gestaltet, obwohl sie sich aus einem Körper entwickeln, dessen Dorsiventralität offensichtlich inhärent ist. Der Brutkörper selbst aber wächst nun wieder normalerweise zu einem dorsiventral gebauten Thallus aus, wobei nach den eingehenden Untersuchungen von FITTING (1936 bis 1939) [*33*], [*34*] der richtende Einfluß von Substrat, Schwerkraft, Licht und letztlich einer ungleichen Wuchsstoffverteilung maßgebend ist. Wie bei der beschriebenen Determinierung der Polarität in der keimenden Moosspore oder im Fucus-Ei scheint hier ein analoger Effekt des Wuchsstoffes vorzuliegen, nur daß hier die Dorsiventralität vom Wuchsstoff induziert wird.

Dieses trifft nach einer neueren, zusammenfassenden Darstellung von HALBSGUTH [*40*] nicht zu. Bei der Ausschaltung der einseitigen Wirkung von Außenfaktoren entwickeln sich nämlich aus den Brutkörpern unter Spaltung des Vegetationspunktes dorsiventrale Thalli, deren Unterseite durch Fortsetzung der beiden Außenseiten des Brutkörpers gebildet werden und deren Oberseiten einander zugekehrt sind. Offensichtlich ist der morphologisch und anatomisch bilateral gebaute Brutkörper physiologisch bereits dorsiventral differenziert, wobei seine Außenseiten der Unterseite und die Mittellinie durch den Brutkörper der Oberseite entsprechen. Da jeder Brutkörper zwei Vegetationspunkte besitzt, ist somit die Ausbildung von insgesamt vier Thalli möglich, von denen je zwei ihre Oberseiten einander zukehren. Bei Annahme dieser physiologischen Dorsiventralität induziert nun eine ungleiche Wuchsstoffverteilung nicht mehr eine neue Dorsiventralität, sondern entscheidet nur darüber, welcher von den vier Thalli zur Entwicklung gelangt. Aus einem Determinationsproblem wurde so ein Korrelationsproblem. Dieses Beispiel mag aufzeigen, wie kritisch Befunde betrachtet werden müssen, bei denen allein eine ungleiche Wuchsstoffverteilung eine Determination ausmachen soll.

[1]) Nastische Bewegungen (Nastien) werden zwar von äußeren Reizen veranlaßt, stehen aber in ihrem Ablauf in keiner Beziehung zur Richtung des Reizes, vielmehr „wohnt" die Richtung der Bewegung der Pflanze inne (ἐπναίω = bewohnen).

2. *Die Determination von Organanlagen durch Wuchsstoff.*

In der Literatur findet man vielfach den Gedanken vertreten, daß die Determination eines undifferenzierten Gewebes zur Sproß- oder Wurzelbildung letztlich vom Wuchsstoffgehalt entschieden wird. Diese Schlußfolgerung gründet sich auf folgende Beobachtungen:

Einmal kann mit hohen Wuchsstoffkonzentrationen an Sproßorganen, an der Sproßachse oder auch an Blättern Adventivwurzelbildung ausgelöst werden. Die Praxis hat bekanntlich diesen Wuchsstoffeffekt für die Bewurzelung von Stecklingen weitgehend ausgenutzt. Zum anderen regenerieren isolierte Wurzelstücke von Löwenzahn, Cichorie und verwandten Pflanzen an ihrer oberen Schnittfläche Sprosse, an ihrer unteren dagegen Wurzeln. In der Annahme einer polaren Wanderung des Wuchsstoffes muß es an der unteren Schnittfläche zu einer Anhäufung von Wuchsstoff kommen und an der oberen zu einer Verarmung. Künstliche Eingriffe, wie Eingipsen der oberen Schnittfläche oder tägliches Abschneiden derselben, wodurch eine Neubildung von Wuchsstoff unterbunden werden soll, bewirken, daß auch die untere Schnittfläche nun an Stelle von Wurzeln Sprosse ausbildet. Künstliche Wuchsstoffzuführung zur oberen Schnittfläche löst dagegen ein ungerichtetes Zellteilungswachstum (Kallusbildung) mit einer völligen Unterdrückung der Sproß- und Wurzelbildung aus (WHITE [*83*]).

Die Bildung von Wurzeln und Sprossen sind Restitutionsprozesse, die nur dort eintreten können, wo mehr oder weniger differenzierte Zellen in den embryonalen Zustand zurückkehren. Mit dem Übergang in den embryonalen Zustand ist aber gleichzeitig ein offenbar völliges Verschwinden der alten Polarität verbunden (BÜNNING [*20*], S. 167). Die Entwicklung eines Kallusgewebes, das aus regellos gelagerten, isodiametrischen Zellen besteht, ist ein Ausdruck der Apolarität seiner Zellen. Massenzuwachs und Differenzierungsgrad stehen hier in einem reziproken Verhältnis. Embryonales Gewebe, das bei normaler, d.h. gesteuerter Entwicklung die Zellen des Pflanzenkörpers vermehrt und aufbaut, behält offenbar korrelativ seine Polarität. Soll es dagegen in einem Kallusgewebe zu einer Wurzelbildung kommen, so ist der erste Schritt dazu die Polarisierung einer oder mehrerer Zellen. Es ist denkbar, daß die Polarisierung wiederum, wie im Fall des Fucus-Eies oder der Moosspore, durch ein Wuchsstoffgefälle induziert wird. Bei Wurzelstücken oder Stecklingen ist ein solches Gefälle bereits durch die normale Polarität des Gewebes gegeben, das zu einer Anhäufung von Wuchsstoff an der Basis führt. Eine in diesem Gefälle gelegene apolare junge Zelle kann dadurch wieder polarisiert werden und zur Wurzelinitiale werden. Eine Überlagerung der natürlichen Polarität bzw. ihrer Auswirkung durch zusätzliche Wuchsstoffgaben verhindert diese Ausbildung, und es fehlt daher die Grundlage einer weiteren Differenzierung. Das Gewebe wächst ungeordnet als Kallus.

Anders liegen dagegen die Verhältnisse bei der Auslösung von Adventivwurzeln durch Wuchsstoff an der Sproßachse oder den Blattnerven intakter Pflanzen. Auch hier wird zunächst die Zellteilung angeregt, wobei zum Teil mehr oder weniger differenzierte Zellen des Parenchyms wieder in den embryonalen Zustand übergehen. Im Gegensatz zu den Wurzelstücken und Stecklingen ist hier aber durch die natürliche Polarität des die neuen embryonalen Zellen umgebenden Gewebes keine Wuchsstoffanhäufung, sondern vielmehr eine Wuchsstoffableitung gegeben. Wie kann es aber nun trotzdem auch hier zu einem ausreichend starken und eine gewisse Zeit anhaltenden Wuchsstoffgefälle kommen, das die neuen Zellen polarisiert? Vielleicht ist die Apolarität dieser Zellen selbst die Ursache dafür. Wir haben gesehen, daß eine Folge der Polarität der Zelle ein polarer Wuchsstofftransport ist. Die Zellen des neuen Gewebes werden diese Eigenschaft, solange sie nicht neupolarisiert sind, nicht besitzen. Folglich wird die Ableitung des künstlich von außen zugeführten Wuchsstoffes, der ihre Bildung ausgelöst hat, aus ihnen langsamer vonstatten gehen als in den ihnen benachbarten Zellen. Es bleibt also für eine gewisse Zeit ein ausgeprägtes Wuchsstoffgefälle erhalten, das zur Neupolarisierung der Zellen und einer damit verbundenen Wurzelbildung führen könnte.

Die Ursache der Wurzelbildung ist somit nicht eine hohe Wuchsstoffkonzentration schlechthin. Vielmehr ist die erste Voraussetzung die Bildung embryonaler, apolarer Zellen. Je weniger stark die Polarität in einem Gewebe ausgeprägt ist, um so leichter dürfte diese erste Voraussetzung erfüllt werden. Vielleicht ist oftmals eine hohe Teilungsbereitschaft mit einer Labilität des polaren Verhaltens überhaupt verknüpft. Es wäre ferner zu überprüfen, ob nicht die Stärke des polaren Wuchsstofftransportes als ein Maß für die Polaritätsausbildung eines Gewebes ausgewertet werden kann. Der zweite Schritt der Wurzelbildung besteht in der Neupolarisierung der Zellen, bei der ein Wuchsstoffgefälle den Induktionsreiz stellen kann.

Bei diesen grundsätzlichen Überlegungen überrascht es, daß die Wurzelbildung an sich leicht, eine Sproßregeneration dagegen nur außerordentlich schwer ausgelöst werden kann. Nun genügt die Ausbildung einer Polarität zur Regeneration eines Organs natürlich nicht, sondern erst ein durch die Polarität gerichteter Stofftransport wird diese realisieren. Es wäre denkbar, daß die stofflichen Voraussetzungen für eine Wurzelbildung von einem Gewebe leichter erfüllt werden können als die für eine Sproßbildung. So dürfte die sproßbildende Wirkung von Adeninsulfat, wie sie SKOOG und TSUI [*70*], [*71*] an isolierten Tabakstengeln beobachteten, zu verstehen sein. Wird dagegen Adeninsulfat gleichzeitig mit Wuchsstoff gegeben, so resultiert eine starke Zellwucherung ohne Sproß- und Wurzelbildung. Offensichtlich unterbleibt nun die Ausbildung einer Polarität. In der intakten Pflanze, die mit Wuchsstoff versorgt an der Sproßachse Adventivwurzeln anlegt und bei der wir einen Mangel an spezifischen Stoffen nicht voraussetzen können, werden Korrelationen des neuen Gewebes mit den alten Zellen, in denen sie eingebettet liegen, nach erfolgter Polarisierung die Ausbildung von Sprossen unterdrücken.

Die Folgerung, geringe Wuchsstoffkonzentrationen lösen eine Sproßbildung, hohe dagegen Wurzeln aus, ist somit nur bedingt berechtigt. Wirksam ist vielmehr ein Wuchsstoffgefälle, dem unpolarisierte Zellen ausgesetzt sind, unter der Voraussetzung, daß die stoffliche Gesamtkonstitution des Gewebes die Bildung des neuen Organs erlaubt.

3. *Wuchsstoff und Korrelationen.*

Die harmonische Entwicklung eines Organismus, der sich aus vielen Einzelteilen mit selbständiger Gestaltungskraft zusammensetzt, ist nur möglich durch eine gegenseitige Beeinflussung der Teile im Sinne eines einheitlichen Ganzen. Durch eine gegenseitige Förderung oder Hemmung wird dieses Ziel erreicht. Daß dabei der Wuchsstoff als Korrelationsträger von großer Bedeutung ist, bedarf heute keiner weiteren Erörterung mehr. Der Einfluß des Blattes auf das Wachstum des Blattstieles, sein Abwurf im Herbst, das Nichtaustreiben der Knospen in den Blattachseln sind mit Recht als Wuchsstoffeffekte interpretiert worden. Auch die Aufnahme der Kambiumtätigkeit, die im Frühjahr bei Entfaltung des jungen Laubes einsetzt, ist nach SÖDING [*75*] durch einen von den Knospen ausgehenden Wuchsstoffstrom bedingt. Im Bereich der Blüte scheinen die Staubgefäße eine besondere Rolle für das Wachstum der Blütenteile zu spielen, indem sie als Wuchsstofflieferanten dienen. In den Pollinien tropischer Orchideen hat FITTING bereits 1909 [*32*], lange vor der Entdeckung des Wuchsstoffes, ein Pollenhormon nachgewiesen, das Abblühen, Narbenschluß und Anschwellen des Fruchtknotens auslöst. Heute wissen wir, daß der Wuchsstoff mit diesem Pollenhormon mit großer Wahrscheinlichkeit identisch ist und bei der Pollination als Korrelationsträger das Auswachsen des Fruchtknotens bewirkt. Diese Wirkung des Wuchsstoffes ist unabhängig von einer Befruchtung der Eizelle. So kann durch Behandlung junger Blüten mit Wuchsstoff die Bildung samenloser Früchte hervorgerufen werden, eine Möglichkeit, die in Amerika in größerem Stil ausgenützt wird.

Ein besonders eklatantes Beispiel für eine korrelative Hemmung bietet der regulierende Einfluß der Sproßspitze auf das Austreiben der Seitentriebe. Zweifellos ist auch an dieser Korrelation der Wuchsstoff in irgendeiner Weise beteiligt, da der Einfluß der Sproßspitze durch eine hohe Wuchsstoffgabe ersetzt werden kann. Doch

wird diese nicht allein den Ausschlag geben, da nach SNOW [74] der korrelative Hemmeffekt auch akropetal in der Pflanze geleitet wird, vom Wuchsstoff aber nur eine basipetale Wanderung bekannt ist. Man nimmt daher an, daß unter dem Einfluß des Wuchsstoffes besondere Hemmstoffe gebildet werden, die ihrerseits das Austreiben der Seitenknospen verhindern.

Die Analyse der Wuchsstoffwirkung bei derartigen Korrelationen ist mit wenigen Ausnahmen über das Stadium der einfachen Beschreibung noch nicht weitergetrieben worden.

Der Kausalanalyse dieser Prozesse erwachsen aber, wie bei allen Entwicklungsvorgängen, aus der äußerst komplexen Natur des Entwicklungsgeschehens erhebliche Schwierigkeiten.

4. *Wuchsstoff und Blütenbildung.*

Die Blütenbildung ist ein Problem der pflanzlichen Entwicklungsphysiologie, das als erstes unter der Annahme spezifischer Hormone zu klären versucht wurde (SACHS 1863 [65]). Eine besondere Substanz, das Blühhormon, soll die Blütenbildung auslösen, ein Mangel an Blühhormon das Blühen verhindern. Während man nun auf der einen Seite zahlreiche Experimente zur Stützung dieser Theorie anführen kann, ist es andererseits trotz mannigfacher Bemühungen nicht gelungen, ein spezifisches Blühhormon zu fassen oder auch nur eine Testmöglichkeit, wie sie von WENT (1928) für den Wuchsstoff realisiert wurde, zu gewinnen. Insbesondere gelingt es nicht, Pflanzen, die nicht in einer besonderen Abhängigkeit von bestimmten Außenfaktoren blühen, an diesem Prozeß zu hindern. Vielmehr läuft der Blühprozeß bei ihnen „automatisch" ab (MELCHERS und LANG [49]).

Dieser herkömmlichen Theorie der Blütenauslösung durch Blühhormone hat nun v. DENFFER [26] eine neue Hypothese entgegengestellt, nach der dem Wuchsstoff auch bei der Blütenbildung eine eminente Bedeutung zugeschrieben wird.

Auf Grund des gegenseitigen Ausschließens von vegetativer und reproduktiver Entwicklung folgert v. DENFFER, daß auch alle „Faktoren, die das vegetative Wachstum fördern, zwangsläufig zugleich als Blühhemmungsfaktoren wirken". Zu diesen, das vegetative Wachstum fördernden Faktoren zählt er in erster Linie den Wuchsstoff. Ein Viel an Wuchsstoff, durch das das allgemeine Wachstum eine Förderung erfährt, muß die Blütenbildung hemmen. Tatsächlich kann durch Besprühen der Pflanzen mit Wuchsstofflösungen die Blütenbildung teils verzögert, teils weitgehend unterdrückt werden. Der Versuch bestätigt augenscheinlich v. DENFFERs Hypothese. Die weitere Folgerung aber, die sich dann zwangsläufig ergeben muß, daß nämlich ein Mangel an Wuchsstoff die Blütenbildung auslöst oder fördert, ist einer direkten Beweisführung bisher noch verschlossen geblieben. Zwar kann man mit Hilfe von Wuchsstoffantagonisten, wie Dichloranisol oder 2.3.5-Trijodbenzoesäure, bei bestimmten Pflanzen, wozu besonders die Tomate gehört, ein früheres Blühen korreliert mit einer stark gehemmten vegetativen Entwicklung erreichen. Auch kann dieser Effekt der Antagonisten des Wuchsstoffes durch gleichzeitige Zugabe des Wuchsstoffes abgeschwächt und aufgehoben werden. Diese Befunde bestätigen alle die Grundbeobachtung, daß vegetative und reproduktive Phase einander ausschließen, auf die v. DENFFER seine Theorie gründet. Man kann aber nicht daraus ableiten, daß eine bestimmte Wuchsstoffkonzentration über vegetative und reproduktive Phase der Pflanze entscheidet. Die vegetative Entwicklung der Pflanze ist nicht nur ein Wuchsstoffproblem. Von weitaus größerer Bedeutung als die Streckung der Zellen oder die Korrelationserscheinungen, von denen wir sicher wissen, daß der Wuchsstoff sie steuert oder maßgeblich an ihnen beteiligt ist, ist die Vermehrung der Zellen bzw. das Wachstum der plasmatischen Substanz. Zwar scheint auch, wie wir sahen, für diesen Vorgang der Wuchsstoff notwendig zu sein, aber weniger quantitativ als qualitativ. VON DENFFERs Theorie der Blütenbildung darf demnach nicht nur als ein Wuchsstoffproblem im engeren Sinne aufgefaßt werden; nicht nur der Wuchsstoff wird dabei als Hemmstoff auftreten, sondern mit gleichem Recht alle Faktoren, die auf die vegetative Entwicklung fördernd Einfluß nehmen.

Die Anlage der Blüten ist ein Vorgang im Leben der Pflanze, dem vielerlei Entwicklungsschritte vorausgehen, die ihrerseits nicht ohne Einfluß auf den Übergang von der vegetativen zur reproduktiven Phase sind. Die Möglichkeit, keimendes Saatgut durch äußere Faktoren dahingehend beeinflussen zu können, daß die aus den jungen Keimlingen sich entwickelnden Pflanzen früher blühen als unbehandelte (Vernalisation), ist ein Beweis für diesen Kettenprozeß des Entwicklungsgeschehens. Das Substrat, auf das der Wuchsstoff wirkt, der plasmatische Zustand der Zelle, darf daher nicht unberücksichtigt bleiben, wenn die Analyse der Blütenbildung vom Wuchsstoff her angegangen werden soll.

Die Lösung der Frage, ob und wie der Wuchsstoff daran beteiligt ist, setzt einerseits eine genaue Kenntnis der Wuchsstoffwirkung auf die physiologischen Vorgänge in der Zelle voraus und andererseits der Änderungen dieser Vorgänge selbst im Laufe der Entwicklung. Keine der beiden Voraussetzungen ist aber zur Zeit auch nur annähernd erfüllt.

V. Schlußbetrachtung.

In den vorstehenden Betrachtungen konnten aus dem großen Gebiet der modernen Wuchsstofforschung nur einige Teilgebiete herausgegriffen und kritisch beleuchtet werden. Dabei mag zeitweilig beim Leser der Eindruck entstanden sein, daß unser Wissen über das Wirken des Wuchsstoffes in der Pflanze im Grunde doch noch recht lückenhaft und unvollständig sei. Dies muß in manchen Punkten zugegeben werden, da selbst z.B. die von uns nicht angeschnittene Frage, welcher Wuchsstoff — ob die β-Indolylessigsäure allein oder neben ihr noch andere Substanzen, wie das Auxin a oder b — in der Pflanze vorkommt, noch heiß umstritten und offen ist. Dennoch kann nicht geleugnet werden, daß die zunächst deskriptiv betriebene Forschung uns erhebliche Fortschritte gebracht hat, die im weiten Maße bereits ihre praktische Anwendung gefunden haben. Die vielerorts in erster Linie auf den praktischen Nutzen ausgerichtete Forschung ist eine der Ursachen dafür, daß manches Grundsätzliche offen blieb. Andererseits aber hat, wie auf allen Gebieten der Naturwissenschaften, die reine Beschreibung der Vorgänge zunächst den Boden vorzubereiten für die Kausalanalyse. In der Wuchsstofforschung aber steht die Kausalanalyse noch im Anfangsstadium, wie unsere Betrachtung gezeigt hat.

Literatur.

[1] D'AMATO, FR.: Protoplasma **39**, 423 (1950). — [2] AMLONG, H.: Jb. wiss. Bot. **83**, 773 (1936). — [3] BEYER, A.: Planta **18**, 509 (1933). — [4] BLANK, E., u. A. FREY-WYSSLING: Ber. schweiz. bot. Ges. **51**, 116 (1941). — [5] BOGEN, H. J.: Planta **42**, 140 (1953). — [6] BOGEN, H. J., u. H. PRELL: Planta **41**, 459 (1953). — [7] BONNER, J., u. S. G. WILDMAN: Growth Suppl. **51** (1947). — [8] BOYSEN-JENSEN, P.: Planta **19**, 345 (1933). — [9] BOYSEN-JENSEN, P.: Kgl. danske Vidensk. Selk., biol. Med. **13**, 1 (1936). — [10] BRAUNER, L.: Z. Bot. **14**, 540 (1922). — [11] BRAUNER, L.: Jb. wiss. Bot. **66**, 381 (1927). — [12] BRAUNER, L.: Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul **10**, 1 (1945). — [13] BRAUNER, L.: Naturwiss. **39**, 282 (1952). — [14] BRAUNER, L.: Z. Bot. **41**, 291 (1953). — [15] BRAUNER, L., u. M. HASMAN: Bull. Fac. Méd. Istanbul **12**, 57 (1944). — [16] BRAUNER, L., u. M. HASMAN: Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul, Ser. B **12**, 210 (1947). — [17] BRAUNER, L., u. N. ARSLAN: Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul, Ser. B **16**, 257 (1951). — [18] BROWN, R.: W. S. REITH and E. ROBINSON: Symposia Soc. Exper. Biol. **6**, 329 (1951). — [19] BÜNNING, E.: Die Physiologie des Wachstums und der Bewegungen. Berlin 1939. — [20] BÜNNING, E.: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1948. — [21] BÜNNING, E.: Planta **37**, 431 (1949). — [22] BURSTRÖM, H.: Ann. agric. Coll. Sweden **10**, 209 (1942). — [23] BURSTRÖM, H.: Physiol. Plantarum. **3**, 277 (1950). — [24] COMMONER, B., u. D. MAZIA: Plant Physiol. **17**, 682 (1942). — [25] CZAJA, A.: Ber. dtsch. bot. Ges. **49**, 67 (1931). — [26] DENFFER, D. v.: Naturwiss. **37**, 296, 317 (1950). — [27] DIJKMANN, M. J.: Recueil Trav. bot. néerl. **31**, 391 (1934). — [28] DOLK, H. E.: Geotropic en groeistof. Diss. Utrecht 1930. — [29] ERIKSON, R. O., u. D. R. GODDARD: Growth **15**, Suppl. 89 (1951). — [30] FERRI, M. G.: Bol. dept. botan. Univ. São Paulo **9**, 1 (1951). — [31] FISCHNICH, O.: Ber. dtsch. bot. Ges. **57**, 122 (1939). — [32] FITTING, H.: Z. Bot. **1**, 1 (1909). — [33] FITTING, H.: Jb. wiss. Bot. **82**, 333 (1936). — [34] FITTING, H.: Jb. wiss. Bot. **88**, 633 (1939). — [35] GALSTON,

A. W.: Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 35, 10 (1949). — [36] GEIGER-HUBER, u. E. BURLET: Jb. wiss. Bot. 84, 231 (1937). — [37] GOLDACRE, R. J.: Intern. Rev. Cytol. 1, 135 (1952). — [38] GUTTENBERG, H. v., u. L. KRÖPELIN: Planta 35, 257 (1948). — [39] HAKKETT, D. P., u. K. V. THIMANN: Amer. J. Bot. 40, 183 (1953). — [40] HALBSGUTH, W.: Biol. Zbl. 72, 51 (1953). — [41] HEITZ, E.: Ber. dtsch. bot. Ges. 40, 17 (1942). — [42] HEITZ, E.: Verh. schweiz naturforsch. Ges. 1940, 168. — [43] HABERLANDT, G.: Ber. dtsch. bot. Ges. 18, 261 (1900). — [44] KANDLER, O.: Z. Naturforsch. 8b, 109 (1953). — [45] KÖGL, F., H. ERXLEBEN u. C. KONINGSBERGER: Hoppe-Seylers Z. 280, 135 (1944). — [46] LANG, A.: Fortschr. Bot. 11, 273 (1941). — [47] LEVAN, A.: Hereditas 25, 87 (1939). — [48] LEVAN, A., u. LOTFY: Hereditas 35, 337 (1949). — [49] MELCHERS, G., u. A. LANG: Biol. Zbl. 67, 105 (1948). — [50] MÜHLETHALER, K.: Ber. schweiz. bot. Ges. 60, 614 (1950). — [51] NEMEC, B.: Ber. dtsch. bot. Ges. 18, 241 (1900). — [52] NIELSEN, N.: Jb. wiss. Bot. 73, 125 (1930). — [53] OLSON, R. A., and H. G. DU BUY: Amer. J. Bot. 24, 611 (1937). — [54] PFEFFER, W.: Druck und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. Leipzig 1893. — [55] PILET, P. E.: Mem. Soc. Sci. nat. 64, 137 (1951). — [56] PLANT, W.: Ann. Bot. 4, 607 (1940). — [57] POHL, R.: Ber. dtsch. bot. Ges. 56, 368 (1938). — [58] POHL, R.: Ber. dtsch. bot. Ges. 57, 22 (1939). [59] POHL, R.: Planta 36, 230 (1948). — [60] POHL, R.: Naturwiss. 40, 110 (1953). — [61] POHL, R.: Z. Bot. 41, 343 (1953). — [62] REINERT, J.: Z. Naturforsch. 5b, 374 (1950). — [63] REINERT, J.: Z. Bot. 41, 103 (1953). — [64] RUGE, U.: Z. Bot. 31, 1 (1937). — [65] SACHS, J.: Bot. Ztg. 21, Beilage (1863). — [66] SACHS, J.: Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen. Leipzig 1865. — [67] SACHS, J.: Lehrbuch der Botanik. 1873. — [68] SACHS, J.: Arb. bot. Inst. Würzburg 1880. — [69] SCHUMACHER, W.: Jb. wiss. Bot. 75, 581 (1932). — [70] SKOOG, F., and TSUI: Amer. J. Bot. 35, 782 (1948). — [71] SKOOG, F., and TSUI: Plant growth substances. Univ. Wisconsin 1951. — [72] SNOW, R.: New Phytologist 44, 70 (1945). — [73] SNOW, R.: New Phytologist 46, 1 (1947). — [74] SNOW, R.: New Phytologist 39, 177 (1940). — [75] SÖDING, H.: Die Wuchsstofflehre. Ergebnisse und Probleme der Wuchsstofforschung. Stuttgart 1952. — [76] STRUGGER, S.: Flora 133, 56 (1939). — [77] STUDENER, O.: Planta 35, 427 (1948). — [78] THIMANN, K. V.: J. Gen. Physiol. 18, 23 (1934). — [79] THIMANN, K. V.: Growth 15, Suppl. 5 (1951). — [80] WANNER, H.: Ber. schweiz. bot. Ges. 60, 404 (1950). — [81] WENT, F. W.: Recueil Trav. bot. néerl. 25, 1 (1928). — [82] WETTSTEIN, D. v.: Z. Bot. 41, 199 (1953). — [83] WHITE, P. P.: A handbook of plant tissue culture. New York 1943. — [84] WITSCH, H. v.: Jb. wiss. Bot. 79, 790 (1934). — [85] ZIEGLER, H.: Z. Naturforsch. 6b, 200 (1951).

Botanisches Institut der Universität Freiburg i. Br.

Eingegangen am 5. November 1953.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Anomale erdmagnetische Variationen von kurzer Periode in Japan.

An den unterirdischen elektrischen Strömen während erdmagnetischer Bay-Störungen, über die U. FLEISCHER[1]) hier kürzlich berichtete, sind die Verfasser interessiert, weil sie

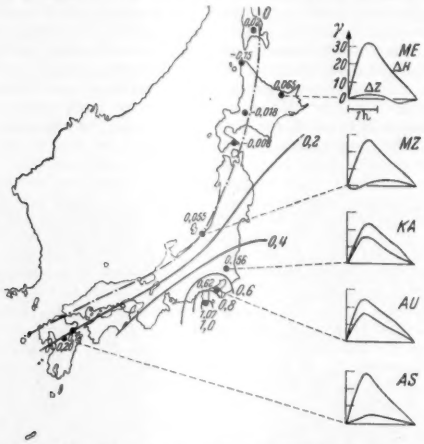


Fig. 1. Die Verteilung der statistischen Mittelwerte von $\Delta Z/\Delta H$ in Japan. – Rechts: Die Variationen in H und Z während der erdmagnetischen Bay 1952 Sept. 11, 23h an 5 Stationen.

ein ähnliches Phänomen in Japan untersucht haben. Wir berichten hier kurz über unsere Ergebnisse, um auf diese merkwürdige Erscheinung aufmerksam zu machen, die mit der Struktur der tieferen Erdkruste zusammenzuhängen scheint.

Fig. 1 (rechts) zeigt gleichzeitige Registrierungen der horizontalen (ΔH) und vertikalen (ΔZ) Komponenten an fünf japanischen Observatorien während einer typischen Bay-Störung. Während ΔH in ganz Japan ziemlich gleichförmig ist, zeigt ΔZ große Unterschiede: ΔZ ist klein in den nördlichen und südlichen Teilen von Japan, während es in Mitteljapan anomal große Amplitude hat und ferner mit ΔH parallel läuft. Aus einer Statistik aller verfügbaren Beobachtungen an permanenten und temporären Observatorien haben die Verfasser eine Karte für das mittlere Verhältnis $\Delta Z/\Delta H$ konstruiert (Fig. 1, links). Es ist höchst ungewöhnlich, daß $\Delta Z/\Delta H$, wie in Mitteljapan, den Wert 1 erreicht. Dieselbe charakteristische Verteilung von ΔZ wird auch in Fällen von s. c. und anderen kurzperiodischen erdmagnetischen Variationen beobachtet.

Zwecks Analyse dieser anomalen Verteilung sammelten die Verfasser weltweite Beobachtungen für einen ausgewählten magnetischen Sturm. Sie konnten daraus die Verteilung des magnetischen Potentials für gewisse erdmagnetische Variationen ableiten, und, durch Kombination mit der Verteilung von ΔZ, die äußeren und inneren Anteile mittels der Methode der Oberflächenintegrale angenähert trennen. Der äußere Anteil ergibt sich in und um Japan regelmäßig verteilt — wie zu erwarten — da dieser Anteil von ionosphärischen Strömen bewirkt wird, die die primäre Ursache magnetischer Stürme sind. Im Gegensatz dazu ist die Verteilung des inneren Anteils so kompliziert, daß man — wenn man sich diesen Anteil als Feld unterirdischer elektrischer Ströme vorstellt — einen ungefähr kreisförmigen Strom unter Mitteljapan annehmen muß. Die Ströme fließen so, daß ihr magnetisches Feld die Amplitude von ΔZ auf die beobachteten Werte vergrößert.

Mit der üblichen Theorie der elektromagnetischen Induktion in kugelsymmetrisch geschichteter Erde kann man die anomal großen ΔZ-Amplituden nicht erklären. Man muß vielmehr eine anomale Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit in der Erde annehmen. Den Verfassern erscheint die analoge Anomalie in Deutschland weniger kompliziert zu sein als die japanische, obwohl die allgemeinen Züge gleich sind. Es ist interessant, daß beide Anomalien anscheinend starken elektrischen Strömen zugeschrieben werden müssen, die in einer Tiefe von etwa 100 km fließen.

Man kann vermuten, daß die japanische ΔZ-Anomalie verbunden sein könnte mit der Tatsache, daß sich in ihrem Zentrum die beiden seismischen Zonen kreuzen — längs der pazifischen Küste und quer zu Japan. Wenn die elektrische Leitfähigkeit in der Erdkruste anomal verteilt wäre, wegen möglicher Temperaturdifferenzen in seismischen oder vulkanischen Zonen, so könnte dies eine besondere Verteilung der elektrischen Ströme bewirken, die zu Zeiten erdmagnetischer Bays oder Stürme im Erdinnern induziert werden. Wenn man auch noch keine vollständige Erklärung hat, so scheint es doch sicher, daß das anomale Verhalten der erdmagnetischen Variationen in Japan wie in Deutschland etwas Wichtiges über die Struktur der Erdkruste aussagt.

Die Verfasser danken Professor J. BARTELS und Dr. U. FLEISCHER, mit denen einer von uns (T. R.) gelegentlich eines Besuchs in Göttingen nützliche Diskussionen hatte, ebenso Professor T. NAGATA und Sir EDWARD BULLARD, die sich für diese Untersuchungen interessierten und viele wert-

volle Anregungen gaben. Dank schulden wir auch den Observatorien für Magnetogramm-Kopien.

Earthquake Research Institute, Tokyo University.

T. RIKITAKE und I. YOKOYAMA.

Eingegangen am 10. Juli 1954.

[1]) FLEISCHER, U.: Naturwiss. **41**, 114 (1954).

[2]) RIKITAKE, T., I. YOKOYAMA u. Y. HISHIYAMA: Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ. **30**, 207 (1952); **31**, 19, 89, 101, 119 (1953). — RIKITAKE, T., u. I. YOKOYAMA: J. Geomagn. Geoelectr. **5**, 59 (1954).

Über Selbstabsorption und Linienform im Bandenspektrum von OH in Flammen.

Zum Studium der Reaktionskinetik in Flammen ist mehrmals[1]) die bandenspektroskopische Methode zur Temperaturmessung herangezogen. Nach dieser[2]) setzt man in einem Diagramm den Logarithmus der durch einen der Theorie entnommenen Intensitätsfaktor geteilten Intensität der Bandenlinien gegen die Energie der Ausgangsniveaus ab. Im Falle

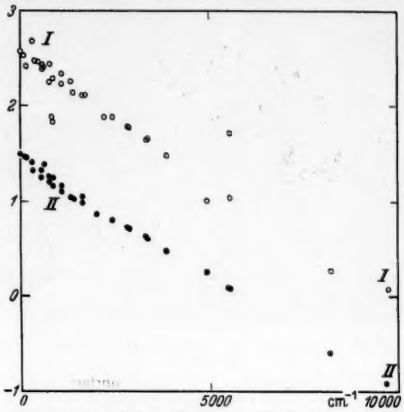


Fig. 1. Absorption einzelner Linien des OH-Spektrums. *I* $\log(k_0\, l/i)$ gegen Höhe der Untenniveaus. *II* $\log \int (1 - e^{-k(\nu) l})\, d\nu$ gegen Höhe des Untenniveaus.

des Temperaturgleichgewichtes ergibt sich dabei eine Gerade, deren Neigung die Temperatur anzeigt. Ein Fehlen des Gleichgewichtes äußert sich in einer Krümmung der Kurve. Aus Messungen der Intensitätsverteilung in Banden von OH, CH und anderen Radikalen haben GAYDON und WOLFHARD[1]),[3]) und BROIDA[4]) Schlüsse über den thermischen und chemischen Zustand in Flammen gezogen.

Die Deutungen dieser Messungen sind von PENNER und Mitarbeitern[5]) kritisiert worden. PENNER weist darauf hin, daß Selbstabsorption und Temperaturgradienten in der Lichtquelle das Resultat verrücken können, und zeigt durch Berechnungen an den ultravioletten OH-Banden, daß die Selbstabsorption unter Umständen eine ähnliche Form der Kurve bewirkt wie die von GAYDON und WOLFHARD experimentell gefundene. Diese Rechnungen sind mit verschiedenen angenommenen Werten von Temperatur, Gesamtabsorption, Linienform usw. durchgeführt.

Um PENNERs Postulate prüfen zu können, haben wir die Maximalabsorption einzelner Linien des OH-Spektrums in einer Luft-Acetylenflamme bestimmt. Wir benutzten als Hintergrund-Lichtquelle eine Hohlkathodenentladung (mit Wasser oder Kohlensäure gekühlt), die das OH-Spektrum emittierte. Durch besondere Versuche wurde festgestellt, daß die Linienbreiten des Emissionsspektrums klein gegen die der Flamme waren. Das Licht wurde durch ein 6,5 m-Konkavgitter spektral zerlegt und mit einer Vervielfacher-Photozelle (RCA IP28) gemessen. Durch Ein- und Ausschaltung der Flamme in den Strahlengang konnte so die Transparenz $e^{-k_0 l}$ der Flamme für die einzelnen Linien gemessen werden. Die hieraus bestimmte Absorption $1 - e^{-k_0 l}$ und der Absorptionskoeffizient k_0 beziehen sich auf die Spitze der Linie (unter gewisser Voraussetzung, s. unten).

Es ergab sich, daß sowohl im Innenkegel als auch im Mantel der Flamme die Absorption keineswegs zu vernachlässigen ist, sondern bis etwa auf 0,85 heraufgeht. Auch in einer Bunsenflamme erwies sich die Absorption als beträchtlich, doch geringer als in der Acetylenflamme. Der Spitzenabsorptionskoeffizient k_0, nicht aber die Gesamtabsorption $\int (1 - e^{-k(\nu)}) d\nu$, ist ein richtiges Maß für die Besetzungszahl der betreffenden Rotationsniveaus (identische Form aller Rotationslinien vorausgesetzt). Fig. 1, *I* stellt für den Mantel der Acetylenflamme $\log(k_0\, l/i)$ (i = Intensitätsfaktor) gegen Energie der Untenniveaus der Linien dar. Es läßt sich durch die Punkte eine Gerade ziehen, die einer Temperatur von 2200° K entspricht. Der Betrag der Gesamtabsorption hängt von der Form des Absorptionskoeffizienten $k(\nu)$ ab. Bei Annahme der DOPPLER- und Stoßverbreiterung hängt dieser seinerseits vom Parameter $a = b_L/b_D$ ab (b_D = DOPPLER-Breite, b_L = Stoßhalbbreite)[6]) ab.

Es soll möglich sein, durch gleichzeitige Messung der Gesamtabsorption und der Spitzenabsorption den Parameter a zu errechnen. Wir beabsichtigen, eine solche Bestimmung auszuführen. Statt der noch unbekannten Gesamtabsorption können wir aber vorläufig die experimentell bestimmten f-Werte[7]) der OH-Linien und einen berechneten Wert des OH-Partialdruckes benutzen. Es ergibt sich auf diese Weise $a = 2{,}4$. Setzen wir die hieraus berechneten Werte der Gesamtabsorption statt k_0 in das obige Diagramm ein, ergibt sich die in Fig. 1, *II* gezeichnete Verteilung, welche einer Temperatur von 2460° K entsprechen würde. Wie aus den Figuren ersichtlich, ist die Linearität durch die vorliegende Selbstabsorption nicht beträchtlich beeinflußt; auch die scheinbare Temperaturerhöhung ist mäßig.

Für Atomspektren ist bekannt, daß die Druckverbreiterung der Spektrallinien mit einer Verschiebung verbunden ist. Soll dieses auch für die hier herangezogenen OH-Bandenlinien gelten, bedeutet das, daß die gemessenen k_0 nicht mit dem maximalen Wert k_{max} identisch sind, sondern $k_{max} > k_0$. Die Gesamtabsorption und damit der Einfluß der Selbstabsorption auf Emissionslinien würde dann größer sein.

Physikalisches Institut der Universität Stockholm.

LENNART HULDT und EVERT KNALL.

Eingegangen am 5. Juni 1954.

[1]) Siehe z.B. GAYDON, A. G., u. H. G. WOLFHARD: Flames, S. 243ff. London 1953.

[2]) HERZBERG, G.: Spectra of Diatomic Molecules, S. 204ff. New York 1950.

[3]) GAYDON, A. G., u. H. G. WOLFHARD: Proc. Roy. Soc. [London], Ser. A **194**, 169 (1948); **199**, 89 (1949); **201**, 561 (1950).

[4]) BROIDA, H. P.: J. Chem. Physics **21**, 340, 1165 (1953). — KANE, W. R., u. H. P. BROIDA: J. Chem. Physics. **21**, 347 (1953).

[5]) PENNER, S. S.: J. Chem. Phys. **21**, 31, 686 (1953). — ELLIOTT, B. H., u. S. S. PENNER: J. Chem. Physics **22**, 101 (1954).

[6]) MITCHELL, A. C. G., u. M. W. ZEMANSKY: Resonance Radiation and Excited Atoms. Cambridge 1934. — UNSÖLD, A.: Physik der Sternatmosphären. Berlin 1938.

[7]) OLDENBERG O., u. F. F. RIEKE: J. Chem. Physics **6**, 439 (1938). — DWYER, R. J., u. O. OLDENBERG: J. Chem. Physics **12**, 351 (1944).

Zur autoradiographischen Methode.

Eine wichtige Untersuchungsmethode mit radioaktiven Indikatoren ist die Autoradiographie; sie gestattet es, mit Hilfe einer aufgelegten Photoplatte die Verteilung des radioaktiven Elements im Untersuchungsobjekt bildmäßig festzuhalten. Maßgebend für das Auflösungsvermögen sind dabei folgende Faktoren:

a) Empfindlichkeit und Gradation („Kontrast") der photographischen Emulsion.

b) Die Geometrie der Anordnung, d.h. die Dicke der Emulsion, des Objekts und der Zwischenschicht.

c) Die Statistik der emittierten Teilchen.

Die Punkte a) und b) sind für die Schwärzungsradiographie bereits ausführlich untersucht worden; hier sei, auch wegen der praktischen Verfahren, auf die zusammenfassende Arbeit von J. GROSS und Mitarbeitern[1]) hingewiesen. Bei den modernen Kernspuremulsionen, die jedes abgestrahlte Teilchen, insbesondere auch jedes β-Teilchen, einzeln registrieren (Ilford G-5 und Kodak NT-4), wird jedoch das Problem von den speziellen Emulsionseigenschaften unabhängig und das Auflösungsvermögen nur noch durch Geometrie und Teilchenstatistik bestimmt. Obwohl nun diese Begrenzung des Auflösungsvermögens überall dort entscheidend ist, wo nur eine begrenzte Strahlungsdichte zur Verfügung steht, ist dem Verfasser keine Veröffentlichung darüber bekannt; eine nähere Untersuchung erschien daher geboten.

Bei der großen Vielfalt der vorkommenden Objektstrukturen ist die Definition einer geometrischen wie die einer statistischen Auflösungsgrenze stets mit einer gewissen

Willkür behaftet; daher ist für die Praxis auf Faktoren der Größenordnung Eins kein übermäßiges Gewicht zu legen. Hier wurde z. B. bei einer Punktquelle als geometrische Auflösungsgrenze der Radius des Kreises definiert, innerhalb dessen die Hälfte aller zur Oberfläche hin emittierten Teilchen in die Emulsion eintritt, und ähnlich bei anderen einfachen Strukturformen. Sie ergab sich dabei stets kleiner oder gleich der Dicke der strahlenden Objekt- bzw. isolierenden Zwischenschicht oder bei dickeren Objekten der mittleren Reichweite der emittierten Strahlung. Außerdem ist noch die Streuung zu beachten, die sich nach Versuchen von anderer Seite besonders schädlich bei dünnen strahlenden Schichten auf dicken rückstreuenden Unterlagen auswirkt. Geringer ist der Einfluß der Rückstreuung aus der Emulsion, der die Teilchenstatistik kaum in kritischem Ausmaß verschlechtern kann.

Die statistische Auflösungsgrenze ist dadurch bedingt, daß die Dichte der radioaktiv markierten Substanz auf zwei willkürlich herausgegriffenen Flächen F_1 und F_2 nicht mehr verglichen werden kann, wenn sich die Zahlen N_1 und N_2 der darin registrierten Teilchen um weniger als die statistische Schwankungsbreite unterscheiden. Makroskopisch äußert sich dies in einer Verwaschenheit des Bildes, die sich auch durch Verstärken, hartes Kopieren usw. nicht beseitigen läßt. Wählt man das Überschreiten der doppelten mittleren Schwankungsbreite als Definitionsgrundlage, so ergibt sich als Bedingung für „gute Statistik"

$$(N_1 F_2 - N_2 F_1)^2 \geq 4\,[(N_1 + 1)\,F_2^2 + (N_2 + 1)\,F_1^2]. \qquad (1)$$

Setzt man

$$F_1 = F_2; \quad N = (N_1 + N_2)/2; \quad k = N_1/N_2, \qquad (2)$$

so kann man als statistische Auflösungsgrenze definieren

$$\eta = \sqrt{N/\bar{n}}. \qquad (3)$$

$\bar{n}$ ist die über ein größeres Gebiet gemittelte Teilchendichte; N folgt nach Vorgabe von k aus (1) und (2). Zahlenbeispiel: $\bar{n} = 10^6\,\mathrm{cm}^{-2}$ und $k = 2$ gibt $\eta = 43\,\mu$; bei einer Schichtdicke von $50\,\mu$ (geometrische Auflösungsgrenze) entspricht dies einer räumlichen Dosis von $2 \cdot 10^8$ Teilchen je $\mathrm{cm}^3 \approx 1{,}5\,\mu\,\mathrm{Curie} \cdot \mathrm{h} \cdot \mathrm{cm}^{-3}$. Da nun bei steigenden Anforderungen an das Auflösungsvermögen die benötigte Flächendosis $\bar{n}$ mit $1/\eta^2$, die räumliche Dosis bei entsprechender Verringerung der Schichtdicke sogar mit $1/\eta^3$ zunimmt, steigen die benötigten Dosen sehr rasch auf eine in vielen Anwendungen bedenkliche Höhe.

Die Spurenradiographie eröffnet jedoch durch Registrierung der einzelnen abgestrahlten Partikeln eine Möglichkeit, diese Grenze dort zu umgehen, wo das Objekt aus einer Vielzahl gleichartiger Strukturen (z. B. Gewebszellen) besteht. Man kann dann die entsprechenden Flächen einzelner Zellen und die darüber registrierten Teilchenzahlen so lange addieren, bis entweder die Bedingung (1) erfüllt oder die gleichmäßige Verteilung unter Berücksichtigung der Geometrie mit genügender Sicherheit nachgewiesen ist. Ein ähnliches Verfahren hat E. Picciotto[2]) auf α-Teilchen angewandt. Eine theoretische Auflösungsgrenze läßt sich bei diesem Verfahren nur angeben, wenn die Zahl der gleichartigen Strukturen beschränkt ist; praktische Grenzen liegen vor allem im erhöhten Zeitaufwand, in der Lokalisierungsgenauigkeit einer einzelnen Teilchenaustrittsstelle und in der Verschlechterung der Statistik durch kosmische Höhenstrahlung und Rückstreuelektronen. Da diese Schwierigkeiten jedoch nicht prinzipieller Natur sind, kann man von der Entwicklung geeigneter Präparations- und Auswertungsverfahren eine Erweiterung des Anwendungsbereichs der Autoradiographie auf Gebiete erhoffen, die ihr heute aus Intensitätsgründen verschlossen sind.

Kirchheim/Teck.

Georg Rieder.

Eingegangen am 2. August 1954.

[1]) Gross, J., R. Bogoroch, N. J. Nadler u. C. P. Leblond: Amer. J. Roentgenol. 65, 420 (1951).

[2]) Picciotto, E.: Bull. Soc. belge Geol., Paléontol., Hydrol. 59, 171 (1950).

Relation between evaporation spirals and the structure of grain boundaries.

Simple dislocation models for grain boundaries were first proposed by Burgers[1]) and Bragg[2]). More general treatments were given by Read and Shockley[3]) and by Frank[4]). According to these theories there are two pure types of boundaries: a) the pure tilt boundary which can be described geometrically as a row of edge dislocations; b) the pure twist boundary which can be considered as a crossed grid of parallel screw dislocations.

General grain boundaries will be partly twist and partly tilt and consequently they will contain dislocations of both types. Small angle grain boundaries in NaCl were studied recently, using an etching technique to reveal the emergence points of dislocations[5]). This is possible thanks to the fact that preferential etching takes place at dislocation as shown by Gevers[6]) and Horn[7]). It was possible to prove, that a

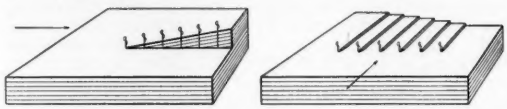
Fig. 1, 2 and 3. Evaporation spiral pits along small angle boundaries of NaCl.

Fig. 4. Step structure, ending on a grain boundary of NaCl, as it becomes visible after cleavage.

Fig. 5. Monomolecular evaporation spiral pits at isolated dislocations, made visible by corrosion.

Fig. 6. Spiral pattern at the bottom of the more macroscopic pits.

one to one relationship exists between etchpits and dislocations and also to give evidence, that a particular grain boundary consisted of a regular succession of edge and screw dislocations. This was concluded from a difference in depth of the etchpits, formed at successive centres of attack. Direct evidence however for the presence of screw dislocations in grain boundaries has not hitherto been given.



a b

Fig. 7. Topography of cleavage face of a crystal, containing a twist boundary. The direction of cleavage is indicated by an arrow.

In an attempt to verify, whether evaporation also proceeds preferentially at dislocations, we heated NaCl crystals grown from the melt to a temperature between 780° C and 800° C for four days. After this treatment the cleavage faces exhibited a surface structure obviously developed mainly by evaporation and partly by surface migration. Evaporation figures on alcali halide crystals were described recently by Kern and Pick[8]). The general structure we observed corresponds to what they describe as "Kreisförmige Lamellenstruktur". Careful observation reveals the presence of surface details not described by these authors, and for which only the presence of screw dislocation can be responsible.

Fig. 1 and 2 show examples of this kind. By means of phase contrast it was found that the lower level of the spirally wound steps is at their concave side, proving that we are dealing with "spirals pits". The steps are several repeat distances high. These spiral pits are formed in exactly the same way as Frank spirals except that the fronts retreat in

stead of advance. Consequently their centres mark emergence points of screw dislocations. The spirals of the kind shown on fig. 1 and 2 were formed only along certain small angle grain boundaries, proving that these boundaries contain screw dislocations.

The presence of screw dislocations in certain grain boundaries can also be deduced by examination of the untreated cleavage face. When a crystal, containing a twist boundary, is cleaved it is to be expected that either one large step (fig. 7a) or series of small parallel steps ending at the boundary (fig. 7b) will be formed. The result will depend upon the direction in which cleavage proceeds.

Such a step structure is in fact often observed (fig. 4). We believe, that we are dealing here with the same structure as described by ZAPFFE and WORDEN[9]) as "HACKLE-Struktur" and that this structure has the same origin, namely screw dislocations in grain boundaries. The formation of the spiral pits will now simply result from the evaporation at these steps. This accounts for the relatively great stepheight of some of the spirals.

If this is correct it is to be expected that isolated dislocations also will give rise to evaporation spirals. At these spirals would have monomolecular steps, they could not be observed on a freshly annealed surface. However after having been exposed during several days to slightly moist air, dotted spirally shaped lines became visible (fig. 5 and 6). The visibility is obviously only due to corrosion along the spiral step, an effect which was already observed earlier on other crystals[10]). We believe that these spirals are depressions with monomolecular steps, although it was not possible to prove this. We can however hardly imagine that both spiral hills and spiral pits would be formed in the same circumstances. We observed the same kind of spiral pattern also at the bottom of the more macroscopic pits (fig. 3 and 6) described by KERN and PICK. This suggests that these features too have some relation with screw dislocations.

This work is part of a research programme, sponsored by I. R. S. I. A. We wish to thank Prof. W. DEKEYSER for his continuous interest. One of us (E. V.) thanks Dr. GILLETTE (E. R. A.) for the opportunity to continue this work with Prof. DEKEYSER's group.

Laboratorium voor Kristalkunde, Rozier, 6, Gent/Belgium.
S. AMELINCKX.
At present: European Research Associates (Brussels).
E. VOTAVA.

Eingegangen am 14. Juni 1954.

[1]) BURGERS, J. M.: Proc. Kon. Nederl. Akad. Wetensch. **42**, 293 (1939).
[2]) BRAGG, W. L.: Proc. Physic. Soc. **52**, 54 (1940).
[3]) SHOCKLEY, W., and W. T. READ: Physic. Rev. **75**, 692 (1949); **78**, 275 (1950).
[4]) FRANK, F. C.: Pittburgh Report, Office of Naval Research (Navexos 834) 1950.
[5]) GEVERS, R.: Naturwiss. **19**, 448 (1952). — Nature [London] **171**, 171 (1952). — J. Chim. physique **50**, 321 (1953).
[6]) HORN, F. H.: Phil. Mag. **43**, 1210 (1952).
[7]) AMELINCKX, S.: Acta metallurgica (in the press).
[8]) KERN, E., a. H. PICK: Z. Physik **134**, 610 (1953).
[9]) ZAPFFE, C. A., a. C. O. WORDEN: Acta crystallogr. **2**, 383 (1949).
[10]) FORTY, A. J.: Phil. Mag. **43**, 481 (1952).

Über eine Verbesserung der VAN SLYKEschen Apparatur zur manometrischen Bestimmung der Blutgase.

Für die übliche Methode der manometrischen Blutgasbestimmung nach VAN SLYKE und NEILL[1]) ist eine Extraktionszeit von 3 min vorgeschrieben bei einer Schüttelfrequenz über 300 min^{-1} [2]). Verschiedene in der Zwischenzeit seit der ursprünglichen Beschreibung des Apparates an der Extraktionskammer angebrachte Veränderungen (Erhöhung des Gewichtes des Hahnes und Verwendung von neuen Kunststoffschläuchen anstelle der alten Quecksilberdichtung am Übergang zwischen Extraktionskammer und Manometer) sowie eine allgemein leichtere Konstruktion des gesamten Apparates haben es wünschenswert erscheinen lassen, die Extraktionsfrequenz herabzusetzen. Wir haben geprüft, ob eine Erniedrigung der Schüttelfrequenz, wie sie an einzelnen Instituten geübt wird, zulässig ist, und haben gefunden, daß bei Frequenzen unter 300 min^{-1} die Extraktion nach 3 min nicht vollständig ist, bei Frequenzen unter 200 min^{-1} nicht einmal in 5 min.

Wir haben deshalb die alte Extraktionskammer durch eine neue von besonderer Form ersetzt. Der Vorschlag dazu stammt von Herrn WOLF in der Firma Bender & Hobein, München, der eine ähnliche Kammer bereits am Amino-VAN SLYKE mit Erfolg eingeführt hat. In der neuen Kammer ist die 50 cm^3-Gaspipette nicht mehr zylindrisch wie bisher, sondern herzförmig, mit einem entlang der Schüttelrichtung gerichteten längsovalen Querschnitt (Fig. 1). Während in der alten Kammer das Blut durch das Schütteln nur in eine rasch rotierende Bewegung gerät, wird es durch die unrunde Form der neuen Kammer tatsächlich kräftig aufgewirbelt. Wir haben, bei sonst gleichen Versuchsbedingungen, die beiden Kammern verglichen in bezug auf die Geschwindigkeit der Gasextraktion in ihnen (Fig. 2). Die Ergebnisse eines solchen Versuches bei einer Schüttelfrequenz von etwa 140 Hin- und Herbewegungen je Minute (um 140 Umdrehungen der Triebwelle) zeigen, daß die Extraktion in der neuen Kammer nach 3 min vollständig ist, während in der alten Originalkammer von VAN SLYKE die Zeit von 5 min nicht zur vollständigen Extraktion ausreicht, vielmehr 7 min benötigt werden. Erst wenn die Schüttelfrequenz für die alte Kammer auf 300 min^{-1} erhöht wird, geschieht die Extraktion in der alten Kammer ebenso rasch wie in der neuen Kammer bei der Frequenz 140 min^{-1}.

Fig. 1.

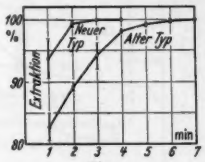


Fig. 2.

Fig. 1. Neue Form der VAN SLYKEschen Apparatur.

Fig. 2. Gasextraktion als Funktion der Zeit bei Verwendung der neuen und der alten Apparatur.

Laboratorium für Staublungenkrankheiten der Medizinischen Poliklinik der Universität München.
NEPOMUK ZÖLLNER und ELISABETH ZEILINGER.

Eingegangen am 16. Juni 1954.

[1]) SLYKE, D. D. VAN, u. J. M. NEILL: J. of Biol. Chem. **61**, 523 (1924).
[2]) PETERS, J. P., u. D. D. VAN SLYKE: Quantitative Clinical Chemistry, Bd. 2, S. 274. Baltimore 1932.

Zur Dipolresonanz von assoziierten Fehlstellen in Silberbromid.

Messungen des dielektrischen Verlustfaktors tg δ durch einen von uns (G. W.) führten für kristallines AgBr mit Schmelzzusätzen zu folgenden vorläufigen Ergebnissen (Fig 1):

1. Reines AgBr zeigt nur den der gewöhnlichen Ionenleitung entsprechenden exponentiellen Anstieg von tg δ mit T.

2. Eingebautes $CdBr_2$ bewirkt zusätzliche Verluste in einem schmalen Temperaturgebiet um $-115°$ C herum. Diese, als Differenz gegen das gestrichelte, angenommene Stück der Grundkurve berechnet, wachsen im Maximum (↑) proportional zur Konzentration des Zusatzes an. Die Grundkurve selbst ist etwas von der Vorbehandlung des Kristalls abhängig, wahrscheinlich infolge Korngrenzenleitung.

3. Ein anomales Maximum nahezu gleicher Lage und Höhe wurde auch für 0,05 Mol-% $PbBr_2$-Zusatz erhalten.

Dieser Effekt läßt sich im Sinne der DEBYEschen Theorie der Relaxation in Dipolflüssigkeiten verstehen. Hier bildet das auf einem Kationenplatz sitzende Cd^{++}-Ion (Überschußladung $+1$) mit der benachbarten assoziierten Ag^+-Lücke (Überschußladung -1) einen Dipol mit 12 verschiedenen Orientierungsmöglichkeiten im Gitter, zwischen denen durch thermische Platzwechselsprünge der Lücke und des Cd^{++} Übergänge vorkommen. Ein Hinterherhinken der Orientierungsverteilung um 90° Phasendifferenz gegen das angelegte Wechselfeld, d. h. ein maximales tg δ_{max} ergibt sich bei derjenigen Temperatur, bei der die Sprungfrequenz mit der Feldfrequenz übereinstimmt.

Derartige Messungen an Alkalihalogeniden und AgCl wurden erstmalig von BRECKENRIDGE[1]) (B.) veröffentlicht und gedeutet, blieben aber nicht unwidersprochen[2]). Die hiesigen

Messungen können insofern einen Beitrag zur Klärung leisten, als sie wohl das Grundphänomen in einfacher Form, nicht aber die zahlreichen von B. zum Teil auch am zusatzfreien Salz gefundenen anomalen Maxima von tg δ bestätigen. Ähnliche übersichtliche Ergebnisse fand HAVEN[3]) an NaCl mit Ca^{++}- und Mn^{++}-Zusätzen.

Bemerkenswert ist die gute Proportionalität von tg δ_{max} mit der Cd^{++}-Konzentration. Setzt man diese gleich der Konzentration der Dipole (fast vollständige Assoziation der Cd^{++} mit den in gleicher Zahl vorhandenen Ag^{+}-Lücken), so kommt der nach B. berechnete Proportionalitätsfaktor leider um den Faktor 400 zu groß heraus. Es liegt nahe, den Schluß auf eine sehr geringe Assoziation zu ziehen. Diese Annahme steht aber im Widerspruch zur relativen Größe der Assoziationsenergie [0,16 eV = 3600 cal/Mol[4]) gegen $kT = 0{,}015$ eV] und zu Diffusionsbefunden[5]); außerdem wäre dann ein quadratischer Anstieg von tg δ_{max} mit der Cd^{++}-Konzentration zu erwarten.

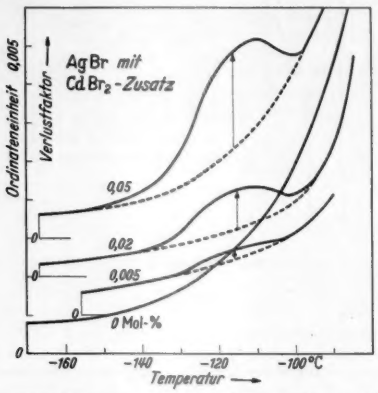


Fig. 1. Verlustfaktor von AgBr mit $CdBr_2$-Zusätzen. Meßfrequenz 800 Hz. Meßpunkte auf den Kurven in etwa 0,5° Abstand. Die Kurven sind um je 0,005 in Ordinatenrichtung versetzt.

Hält man an der nahezu vollständigen Assoziation fest, so bleibt noch der Ausweg, im Ansatz von B. die LORENTZsche Korrektur des inneren Feldes fallen zu lassen[6]), die bei AgBr ($\varepsilon = 12{,}3$) den theoretischen Wert von tg δ um den Faktor $(\varepsilon + 2)^2/9 = 23$ erhöht. Unter dieser Annahme hat kürzlich LIDIARD[7]) das Problem erneut analysiert. Durch exakte Behandlung der räumlichen Einstellmöglichkeiten des Dipols verkleinert sich sein Ergebnis gegenüber B. weiterhin um den Faktor 6, so daß der theoretische Wert von tg δ_{max} jetzt nur noch um den Faktor 3 zu groß herauskommt. Diese verbleibende Diskrepanz ist vermutlich auf die unbehobene Unsicherheit des Ansatzes für das wirksame Feld zurückzuführen. Umgekehrt eröffnen derartige tg δ-Messungen einen Weg zu seiner experimentellen Bestimmung.

Auch der unterschiedliche Verlauf der Grundkurven in Fig. 1 wird verständlich: Die wenigen Prozent dissoziierter Ag^{+}-Lücken im Salz mit Cd-Zusatz drängen nach dem Fehlordnungsgleichgewicht die Konzentration der Ag^{+} auf Zwischengitterplätzen, die dank ihrer größeren Beweglichkeit[4]) den Hauptanteil der Leitfähigkeitsverluste im reinen AgBr verursachen, praktisch auf 0 zurück.

Die ausführliche Veröffentlichung erfolgt an anderer Stelle.

Institut für Kristallphysik der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

J. TELTOW und G. WILKE.

Eingegangen am 23. Juli 1954.

[1]) BRECKENRIDGE, R. G.: J. Chem. Physics **16**, 959 (1948); **18**, 913 (1950).

[2]) HENVIS, B. W., J. W. DAVISSON u. E. BURSTEIN: Physic. Rev. **82**, 774 (1951).

[3]) HAVEN, Y.: J. Chem. Physics **21**, 171 (1951).

[4]) TELTOW, J.: Ann. Physik (6) **5**, 71 (1949). Dort weitere Literatur. Der Wert 3600 cal/Mol ergibt sich nach Korrektur des Vorzeichenfehlers in Gl. (26).

[5]) SCHÖNE, E., O. STASIW u. J. TELTOW: Z. physik. Chem. **197**, 145 (1951).

[6]) MOTT, N. F., u. R. W. GURNEY: Electronic processes in ionic crystals, S. 10ff. Oxford 1940. Vgl. andererseits TESSMAN, J. R., A. H. KAHN u. W. SHOCKLEY: Physic. Rev. **92**, 890 (1953).

[7]) LIDIARD, A. B.: Physic. Rev. (im Druck). — SEITZ, F.: Rev. Mod. Physics **26**, 7 (1954).

Elektromechanische Aktivität von $BaTiO_3$-Keramik bei Gegenpolarisation*).

Untersuchungen an polarisierter $BaTiO_3$-Keramik unter Gegenfeld haben ergeben, daß im Bereich der Koerzitivfeldstärke eine merkbare Aktivität bei der zweiten Oberwelle der Dickenresonanzschwingung auftritt, während die Aktivität der Grundschwingung und der dritten Oberwelle in charakteristischer Weise verschwindet. Diese Erscheinung kann entweder durch Impedanzmessungen oder durch Registrierung der abgestrahlten Ultraschallamplituden bei den betreffenden Grund- und Oberwellen nachgewiesen werden. Mit der Ultraschallmethode wurden die in Fig. 1 gezeigten Kurven für eine keramische Scheibe von 0,1 cm Dicke gewonnen. Die Schwingungsamplitude wurde abwechselnd bei der Grundwelle und zweiten Oberwelle gemessen, während das Gegenfeld im Bereich der Koerzitivfeldstärke variiert wurde. Die Depolarisierungskurve für die Grundwelle läßt zwei getrennte Gebiete

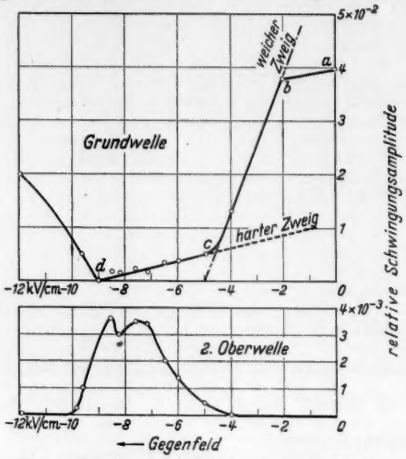


Fig. 1. Schwingungsverhalten einer polarisierten $BaTiO_3$-Keramikscheibe im Gegenfeld.

von unterschiedlicher Steilheit erkennen. Innerhalb des Gebietes $b-c$ verhält sich die Keramik wie ein ferroelektrisch „weiches" Material, das Gebiet $c-d$ jedoch deutet auf eine „harte" Komponente hin. Die bei der zweiten Oberwelle beobachtete elektromechanische Aktivität ist auf den harten Ast $c-d$ der Depolarisierungskurve beschränkt.

Ein idealer piezoelektrischer Kristall, z. B. eine senkrecht zur X-Achse geschnittene Quarzscheibe, würde bei der zweiten Oberwelle keinerlei Aktivität zeigen, da der erregte piezoelektrische Druck stets in einer Hälfte der zwei Halbwellen dicken Scheibe in Gegenphase zu dem Schwingungsdruck stehen würde. Im Falle von Bariumtitanatkeramik dagegen tritt offenbar bei Anlegen eines geeigneten Gegenfeldes (Gebiet $c-d$) eine Art ferroelektrischer Zwillingsbildung (Antiparallelität) zwischen den beiden Hälften der Scheibe auf.

Aus diesen Beobachtungen können gewisse Schlüsse auf die für Polarisation und Depolarisation von $BaTiO_3$-Keramik verantwortlichen Domänenprozesse gezogen werden. Der weiche Ast $b-c$ der in Fig. 1 gezeigten Depolarisationskurve läßt auf spontane Bildung antiparalleler Domänen[1]) schließen, die am Punkt c der Kurve infolge resultierender starker elastischer Verspannungen zwischen den Kristalliten aufhört. Von diesem Punkt an (Gebiet $c-d$) erfolgt offenbar unter Mitwirkung der neu gebildeten, zum inneren Feld der ursprünglichen Polarisation antiparallelen Domänen eine Umordnung der verbliebenen Domänen auf dem Wege über 90° Wandverschiebungen. Diese Deutung ist in Übereinstimmung mit der Beobachtung eingeschnürter Hystereseschleifen bei $BaTiO_3$-Keramik, die mit hohen Wechselspannungen angeregt wird[2]), und mit Anregung von Nebenresonanzen in der Nachbarschaft der Grundwelle der Dickenschwingung[3]).

Massachusetts Institute of Technology, Acoustics Laboratory, Cambridge 39, Massachusetts.

T. F. HUETER und D. P. NEUHAUS.

Eingegangen am 19. Juli 1954.

*) Diese Arbeit wurde teilweise mit Unterstützung des ONR (Contract N 5-07861) ausgeführt.

[1]) MERZ, W. J.: Physic. Rev. **91**, 513 (1953).

[2]) YOUNG, D. R.: J. Appl. Physics **22**, 523 (1951).

[3]) HUETER, T. F., u. E. DOZOIS: J. Acoust. Soc. Amer. **24**, 85 (1952).

Herstellung reiner Naphthalinkristalle durch Zonenschmelzen.

Das in den letzten Jahren in der Halbleitertechnik zur Herstellung reinster Kristalle, etwa aus Si oder Ge, oft verwendete Zonenschmelzverfahren[1]) kann auch bei organischen Stoffen zu einer wirksameren und leichteren Reinigung als andere gebräuchliche Methoden verwendet werden.

Reinstes im Handel erhältliches Naphthalin (Naphthalin purissimum pro usu interno Merck) enthält als wesentliche Verunreinigung einige Zehntel Promille Anthracen. Bei der Untersuchung der Fluoreszenzeigenschaften des Naphthalins stört diese an sich geringe Verunreinigung sehr, denn sie löscht einen großen Teil der Naphthalinemission und emittiert dafür das Anthracenspektrum[2]). Diese sensibilisierte Fluoreszenz in festen Lösungen organischer Kohlenwasserstoffe wurde zuerst am System Anthracen—Tetracen bekannt[3]). Während sich aber das Tetracen leicht durch Chromatographieren aus dem Anthracen entfernen läßt, hatten wir damit beim System Naphthalin—Anthracen nur geringen Erfolg. Auch die Reinigung durch Umkristallisieren aus verschiedenen Lösungsmitteln ist nicht sehr wirksam. Erst durch sechs- bis achtmaliges Umkristallisieren gelang es, die Anthracenkonzentration so weit herabzusetzen, daß die Naphthalinfluoreszenz um eine Größenordnung intensiver war als die des Anthracens. Das Intensitätsverhältnis zweier charakteristischer Linien von Naphthalin und Anthracen änderte sich von 1:1 auf 10:1; nach der kürzlich[2]) mitgeteilten Theorie der Energiewanderung in solchen festen Lösungen bedeutet dies eine Verkleinerung der Anthracenkonzentration um etwa eine Größenordnung.

Denselben Reinigungseffekt erzielten wir in einem einzigen Arbeitsgang bei der Herstellung von Naphthalineinkristallen. Nach einer der dafür gebräuchlichen Methoden ließen wir ein Reagensglas mit (ungereinigtem) Naphthalin langsam (etwa 1 cm/Std) durch einen kurzen, ringförmigen elektrischen Ofen hindurchsinken, der das Naphthalin wenig über seinen Schmelzpunkt erwärmt. Es wandert also eine Schmelzzone durch das Naphthalin. Oberhalb der Schmelzzone befindet sich das aufgefüllte Pulver, unterhalb wächst die Substanz mehr oder weniger einkristallin. Im allgemeinen erhielten wir in einem Reagensglas von etwa 10 cm Länge 5 bis 10 einheitliche Bereiche. Die durch das Material hindurchlaufende Schmelzzone schiebt den größten Teil des Anthracens vor sich her, es wird im obersten Teil des Rohres gesammelt. Ein Teil des Anthracens scheidet sich auch längs der wachsenden Kristalle an den Rohrwänden ab und kann nach Entfernen der Wände leicht von den Kristallen gelöst werden.

Wiederholtes Zonenschmelzen erhöht die Reinigungswirkung. Der Anthracengehalt konnte durch zweimaliges Schmelzen bis unter die Grenze der — uns möglichen — Nachweisbarkeit (d.h. auf weniger als 10^{-6} Teile) gesenkt werden. Da exakte Ausbeutemessungen noch nicht durchgeführt werden konnten, diente als Maß für die Konzentration das Intensitätsverhältnis zweier Linien von Anthracen und Naphthalin. Im Absorptionsspektrum ließ sich das Anthracen bereits im einmal umgeschmolzenen Naphthalin nicht mehr nachweisen.

Bei weiter erhöhten Anforderungen an die Reinheit des Naphthalins muß die Kristallisation im Vakuum oder unter Schutzgas (N_2) erfolgen.

Physikalisch-Chemisches Institut der Technischen Hochschule München.

Hans Christoph Wolf und Hans P. Deutsch.

Eingegangen am 27. Juli 1954.

[1]) Siehe z.B. Heywang, W., u. H. Henker: Z. Elektrochem. **58**, 283 (1954).
[2]) Wolf, H. C.: Z. Physik **1954**.
[3]) Winterstein, A., K. Schoen u. H. Vetter: Naturwiss. **22**, 237 (1934).

Über die elektrochemische Sauerstoffmessung nach F. Tödt.

F. Tödt[1]) hat eine elektrochemische Methode zur Messung der in Flüssigkeiten gelösten Sauerstoffmenge entwickelt, bei welcher die Stromlieferung eines galvanischen Elementes mit Platineisenelektroden proportional zu der in der Lösung vorhandenen Sauerstoffmenge ist.

Das von F. Tödt angegebene Gerät wurde von uns mit einer Rekordspritze versehen (Fig. 1), um eine Fermentzugabe zu einem beliebigen Zeitpunkt vollziehen zu können. Alle mit dem Ferment in Berührung kommenden Metallteile sowie die in die Lösung reichende Kanüle wurden in Glas eingeschmolzen oder mit Wachs überzogen. Durch diese Zusatzeinrichtung ergab sich die Möglichkeit, eine Fermentreaktion von dem Augenblick des Reaktionsbeginns an zu messen. Ferner war es möglich, vor der Fermentzugabe die nichtenzymatische Oxydation des Substrates festzustellen und so in einem Versuch nichtenzymatische und enzymatische Oxydation zu messen.

Als Beispiel seien die nichtenzymatische und die enzymatische Oxydation der Ascorbinsäure beschrieben (Fig. 2). Es wurde (s. Fig. 2) bis zur vierten Minute der Sauerstoffverbrauch einer Lösung, die 0,236 mol primäres Kaliumphosphat,

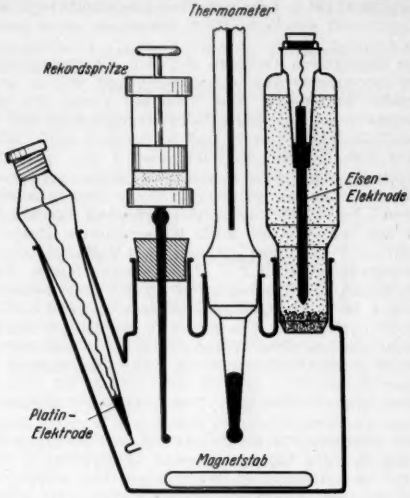


Fig. 1. Das Reaktionsgefäß.

0,032 mol sekundäres Natriumphosphat, 0,00005 mol Brenzkatechin und 0,0037 mol Ascorbinsäure enthielt, gemessen. Nach der vierten Minute erfolgte die Zugabe von 0,5 cm³ einer teilweise gereinigten Kartoffelphenoloxydaselösung mit Hilfe der Rekordspritze und die Messung der enzymatischen Oxydation.

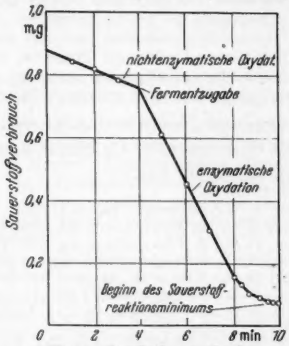


Fig. 2. Oxydationsverlauf.

Innerhalb der nächsten 4 min wurde der Sauerstoff bis auf einen Restwert, der das Sauerstoffreaktionsminimum darstellt, verbraucht.

An anderer Stelle wird über diese Arbeiten ausführlicher berichtet werden.

Pharmazeutisches Institut der Freien Universität Berlin.

G. Schenck und G. Berg.

Eingegangen am 3. Juli 1954.

[1]) Tödt, F.: Z. Elektrochem. **54**, 485 (1950).

Geschwindigkeit und Temperaturabhängigkeit photosensibilisierter Reaktionen mit O_2.

Die durch Eosin, Chlorophyll, Anthracen[1f]) usw. ($Sens_{norm}$) photosensibilisierte Addition[1]) von O_2 an Akzeptoren A erfolgt in den Hauptreaktionen 1. bis 3. mit den wesentlichen Nebenreaktionen 4. und 5.

1. $Sens_{norm} + h\nu \rightarrow Sens^{rad}$ (phototrop-isomeres Diradikal)
2. $Sens^{rad} + O_2 \rightarrow Sens^{rad}_{\ldots}O_2$
3. $Sens^{rad}_{\ldots}O_2 + A \rightarrow AO_2 + Sens_{norm}$
4. $Sens^{rad} \rightarrow Sens_{norm}$
5. $Sens^{rad}_{\ldots}O_2 \rightarrow Sens_{norm} + O_2$.

Unter günstigen Bedingungen sind die Geschwindigkeiten v_2 und v_3 annähernd gleich und sehr groß gegenüber v_4 und v_5. Wie wir für Rose Bengale (RoBe) als Sensibilisator fanden [25°, RoBe 0,0005 m, α-Terpinen[1g]) (0,2 m), 750 mm O_2, Methanol, $\sim 7 \cdot 10^6$ Lux, Xenonhochdrucklampe XBF 6000[2]), $v_2 = 4{,}08 \cdot 10^{-6}$ Mol/sec · cm³], kann dann eine einzelne Molekel $Sens_{norm}$ in 1 sec mindestens 550mal, nach orientierenden Versuchen von G. SCHIEMENZ sogar mindestens 770mal, die Reaktionsfolge 1. bis 3. passieren. Die Einzelschritte 2. und 3. benötigen somit durchschnittlich zusammen nicht mehr als 1,3 bis 1,8 msec.

Aus apparativen Gründen ließ sich die theoretisch besonders interessante Höchstgeschwindigkeit von 2. und 3. noch nicht bestimmen. Aber auch auf Grund der obigen Mindestgeschwindigkeit sollten Aktivierungsenergie und Temperaturabhängigkeit von 2. und 3. minimal sein. Wir erwarteten deshalb, daß die Reaktionen 2. und 3. auch bei wesentlich tieferen Temperaturen noch möglich sein würden, und fanden dies recht allgemein (zahlreiche Sens, zahlreiche A) im Bereich bis −100° bestätigt. Besonders beachtlich erscheint uns, daß wir mit RoBe *alle* genannten Reaktionen noch bei −156° (Terpinen, 750 mm O_2 in Methanol: Isopropanol: Propan: Aceton 2:2:2:1, Hg-Hochdrucklampe Philips HP 125 W, O_2-Übertragung etwa 13 cm³/min) beobachten und Weg 1. bis 3. mit Quantenausbeuten bis etwa 0,25 auch präparativ durchführen konnten. Die Möglichkeit einer O_2-Übertragung bei so tiefen Temperaturen liefert neue wertvolle Argumente für die Richtigkeit der früher begründeten Vorstellungen[1a]),[1e]).

Nach unseren bisherigen Feststellungen[3]) können die studierten photosensibilisierten Reaktionen in einem Intervall von 220° ablaufen. Für die Geschwindigkeit der durch RoBe sensibilisierten AO_2-Bildung finden wir über 180° (von −156° bis +24°) einen Temperaturkoeffizienten von 1,077 ± 0,005 pro 10° Temperaturerhöhung. Dieses Ergebnis ist geradezu verwunderlich, da 2. und 3. bimolekular und alle Reaktionen außer 1. normale Dunkelreaktionen sind. Offenbar werden bei abnehmender Temperatur die Nebenreaktionen 4. und 5. ähnlich verlangsamt wie die Hauptreaktionen 2. und 3., so daß sich die Effekte in der beobachteten Weise kompensieren.

Durch unsere Arbeitsweise werden Verbindungen zugänglich, die bei normalen Temperaturen bereits nicht mehr beständig sind. Innerhalb der photochemischen Fragestellung des unten Erstgenannten möchten wir das angeschnittene neue Gebiet (Reaktionen in flüssiger Phase bei Temperaturen unter 0°) nach der theoretischen wie nach der präparativen Seite hin erforschen und bitten, es uns einige Zeit zu überlassen.

Göttingen, Organisch-Chemisches Institut der Universität.

G. O. SCHENCK, K. G. KINKEL und E. KOCH.

Eingegangen am 30. Juli 1954.

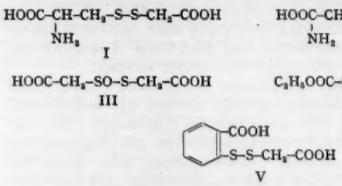
[1a]) SCHENCK, G. O.: Naturwiss. **35**, 28 (1948).
[1b]) SCHENCK, G. O.: Z. Elektrochem. **55**, 505 (1951).
[1c]) SCHENCK, G. O.: Z. Elektrochem. **56**, 855 (1952).
[1d]) SCHENCK, G. O.: Z. angew. Chem. **64**, 12 (1952).
[1e]) SCHENCK, G. O.: Naturwiss. **40**, 205, 229 (1953).
[1f]) SCHENCK, G. O.: Z. Elektrochem. **57**, 675 (1953).
[1g]) SCHENCK, G. O., K. G. KINKEL u. H.-J. MERTENS: Liebigs Ann. Chem. **584**, 125 (1953).
[1h]) SCHENCK, G. O.: Liebigs Ann. Chem. **584**, 156 (1953).
[1i]) SCHENCK, G. O., H. EGGERT u. W. DENK: Liebigs Ann. Chem. **584**, 177 (1953).

[2]) Der Osram-Studiengesellschaft, Berlin, insbesondere Herrn Dr. K. LARCHÉ, sei für die Überlassung der Lampe herzlich gedankt.
[3]) Der Deutschen Forschungsgemeinschaft haben wir für die Förderung besonders zu danken.

Über die Synthese von unsymmetrischen Disulfiddicarbonsäuren.

Im Zusammenhang mit gewissen strukturchemischen und biochemischen Fragestellungen ist neuerdings das Studium *unsymmetrisch* substituierter Disulfide R · S · S · R′ von Interesse geworden. In solchen Verbindungstypen gewinnt die Reaktionsfähigkeit der SS-Bindung ganz neue Aspekte, die sich nicht nur auf die mannigfachen Umsetzungen mit disulfidspezifischen Reagenzien, sondern auch auf die Möglichkeit einer homolytischen Sprengung der funktionellen Gruppe[1]) beziehen. Präparative Schwierigkeiten bei der Darstellung und labiles Verhalten erschweren die Zugänglichkeit dieser Verbindungsklasse.

Im Rahmen eines größeren Arbeitsprogrammes strebten wir, wie bereits angekündigt[2]), die Synthese von β-Carboxy-β-aminoäthyl-carboxymethyl-disulfid (I), das durch Zusammenoxydation von Cystein und Thioglykolsäure entstanden gedacht werden kann, an.



Dieser Verbindungstyp ist präparativ bis jetzt noch nicht dargestellt worden. Papierchromatographisch hat man neuerdings die Bildung ähnlicher unsymmetrischer Disulfidsysteme aus Glutathion und Cysteinylglycin[3]) und aus Glutathion und Cystein[4]) nachgewiesen[5]).

Die Synthese der äußerst labilen unsymmetrischen Disulfiddicarbonsäure I gelang auf zwei voneinander unabhängigen Wegen. Eine genauere Verfolgung der Jodoxydation von salzsauren Lösungen eines Gemisches von L-Cystein und

Fig. 1. Papierchromatogramm von β-Carboxy-β-aminoäthyl-carboxymethyl-disulfid I [absteigende Methode, Papier Schleicher & Schüll 2043b, Lösungsmittel Butanol-Eisessig-Wasser (2:1:1), Laufzeit 24 Std, Ninhydrinfärbung, $t = 20°$ C]. Chromatogramm A: Jodoxydation von Cystein + Thioglykolsäure (salzsaure Lösung). Chromatogramm B: Reinigung des unsymmetrischen Disulfides I von Cystin (Substrat als Hydrochlorid in Äthanol).

Thioglykolsäure zeigte, daß auch in diesem Fall das unsymmetrische Disulfid neben den symmetrischen gebildet wird. Schon ein deutlich verringertes Drehungsvermögen der durchoxydierten Lösungen wies darauf hin. Den endgültigen Beweis erbrachte die papierchromatographisch überprüfte Aufarbeitung. Die Abtrennung des Cystins durch Fällungsreaktionen ist nicht einfach und verlustreich. Jedoch gelang es, Präparate von I zu erhalten, die praktisch cystinfrei waren (vgl. Fig. 1). Das Disulfid wandert erwartungsgemäß auf Filtrierpapier rascher als Cystin und zeigte mit einem Butanol-Eisessig-Wasser-Gemisch als mobiler Phase R_F-Werte von 0,36 bis 0,40 (gegenüber R_F für Cystin von 0,13 bis 0,15).

Ein zweiter Weg zum Aufbau von Disulfid I bestand in der sinngemäßen Übertragung der Synthesemöglichkeit, die CAVALITTO und Mitarbeiter[6]) zur Darstellung von β-Carboxy-β-aminoäthyl-allyl-disulfid (S-Allylmercapto-cystein) benutzten[7]). Zu diesem Zweck mußten zunächst Carboxymethanthiosulfinsäure-carboxymethylester (III) und Carbäthoxymethanthiosulfinsäure-carbäthoxymethylester (IV) (sog.„ Disulfidmonoxyde") durch Oxydation von Dithiodiglykolsäure und ihres Diäthylesters mit Benzopersäure bei tiefer Temperatur in Chloroformlösung dargestellt werden[8]). Solche leicht veränderliche Thiosulfinsäureester können unter gewissen Bedingungen jodometrisch titriert werden.

Diese Thiosulfinsäureester (in Chloroform gelöst) setzten sich in der Tat rasch mit Cystein (in wäßriger Lösung) bei p_H 6 bis 7 unter Bildung des unsymmetrischen Disulfides I bzw. seines Monoäthylesters II um. Der papierchromatographische Vergleich ergab Identität mit den nach der ersten Methode erhaltenen Präparaten.

Das Disulfid I zeigt in salzsaurer Lösung selbst bei gewöhnlicher Temperatur eine bemerkenswerte Instabilität, wobei durch Disproportionierung Cystin gebildet werden kann. Beide Disulfide I und II lassen sich durch Chromatographie auf Stärkesäulen von Cystin trennen. Die Entwick-

lung des Chromatogramms erfolgt hierbei durch Elution mit einem Butanol-Eisessig-Wasser-Gemisch (2:1:1).

Eine dritte Darstellungsmöglichkeit von unsymmetrischen Disulfid-dicarbonsäuren gründet sich auf die Umsetzung von Sulfenylhalogeniden mit Mercaptanen ($R-SX+HS-R' \rightarrow R-S-S-R'+HX$). So setzten wir unter anderem Thiosalicylsäure in methanolischer Lösung mit Carboxymethansulfenylchlorid in ätherischer Lösung in Gegenwart von Pyridin zu dem unsymmetrischen Disulfid V um. Dieses o-Carboxyphenyl-carboxymethyl-disulfid V (F.: 184 bis 186°)[9]) besitzt erhöhte Alkalilabilität und erleidet durch Erhitzen in salzsaurer Lösung und durch Belichtung Disproportionierung zu den symmetrischen Disulfiden[10]).

Chemisches Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

A. Schöberl, H. Tausent und A. Wagner.

Eingegangen am 6. Juli 1954.

[1]) Vgl. Birch, S. F., T. V. Cullum u. R. A. Dean: J. Inst. Petrol. **39**, 206 (1953). — Leandri, G., u. A. Tundo: Ann. Chim. **44**, 63 (1954) — Grawshaw, G. H., u. J. B. Speakman: Soc. Dyers a. Colourists **70**, 81 (1954).

[2]) Schöberl, A.: Naturwiss. **40**, 390 (1953). — Schöberl, A.: Dtsch. tierärztl. Wschr. **1953**, 299.

[3]) Wikberg, E.: Nature [London] **172**, 398 (1953).

[4]) Livermore, A. H., u. E. C. Muecke: Nature [London] **173**, 265 (1954).

[5]) Vgl. auch Sanger, F.: Nature [London] **171**, 1025 (1953).

[6]) Cavalitto, Ch. J., J. S. Buck u. C. M. Suter: J. Amer. Chem. Soc. **66**, 1952 (1944). — Small, La Verne D., J. H. Bailey u. Ch. J. Cavalitto: J. Amer. Chem. Soc. **69**, 1710 (1947).

[7]) Vgl. auch Brettschneider, H., u. W. Klötzer: Mh. Chem. **81**, 589 (1950).

[8]) In diesem Zusammenhang konnte durch Benzopersäureoxydation von Dithiodiglykolsäure auch der Thiosulfonsäureester $HOOC-CH_2-SO_2-S-CH_2-COOH$ (F.: 117 bis 118°) erhalten werden.

[9]) Vgl. Smiles, S., u. W. McClelland: J. Chem. Soc. **121**, 86 (1922).

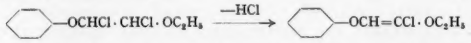
[10]) Die Untersuchungen werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und den Verband der Chemischen Industrie gefördert.

Über α-Chloräther des 1-Phenoxy-2-äthoxyäthens.

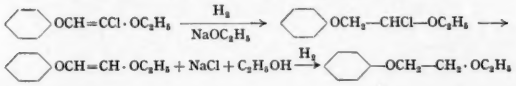
Lagert man Chlor bei $-10°$ an 1-Phenoxy-2-äthoxyäthan[1]) in Petroläther (Kp. 50 bis 70°) oder ohne Lösungsmittel an, so erhält man 1-Phenoxy-2-äthoxy-1.2-dichloräthan in über 95%iger Rohausbeute.

Durch Vakuumdestillation über eine von außen geheizte Widmer-Spirale kann es in 75%iger Ausbeute rein dargestellt werden. Es besitzt dann einen rettichartigen Geruch. Seine Dämpfe reizen bei längerem Einatmen zum Husten. $C_{10}H_{12}O_2Cl_2$ (Mol-Gew. 235,11; C ber. 51,09, gef. 51,31; H ber. 5,15, gef. 5,29; Cl ber. 30,16, gef. 30,50), $Kp._{13}$ 148°; n_D^{25} 1,5203; d_4^{25} 1,2176; Mol-Ref. ber. 57,8, gef. 58,73. Der Di-α-Chloräther stellt das Verbindungsglied zu den von Baganz, Hohmann und Pflug[2]) dargestellten Chloranlagerungsprodukten der Dialkoxyäthene und den in Arbeit befindlichen Chloranlagerungsprodukten der Diaryloxyäthene dar.

Aus obiger Verbindung läßt sich mit fast trockenem K-tert. Butylat in Benzol bei 0 bis 10° oder durch Zutropfen zu KOH in Petroläther (Kp. 80 bis 100°) bei 70 bis 80° ein Mol HCl abspalten. Das in 60%iger Rohausbeute erhaltene 1-Phenoxy-2-chlor-2-äthoxyäthen kann im Vakuum ohne allzu starke Zersetzung rein erhalten werden. $C_{10}H_{11}O_2Cl$ (Mol-Gew. 198,65; C ber. 60,48, gef. 60,25; H ber. 5,58, gef. 5,4; Cl ber. 17,85, gef. 17,79) $Kp._4$ 96°; n_D^{20} 1,5258; d_4^{25} 1,1272; Mol-Ref. ber. 52,47, gef. 54,09.



Die Verseifung mit n/2 NaOH bei 150° ergab bei einem Verbrauch von 177% NaOH pro Mol eingesetztem Phenoxyäthoxychloräthen 84% ionogenes Chlor, Alkohol, Phenoxyessigsäure und wenig Phenol, das wahrscheinlich aus letzterer entstanden ist[3]). Die Hydrierung des 1-Phenoxy-2-äthoxy-2-chloräthens mit Raney-Ni in Alkohol bei Gegenwart äquivalenter Mengen $NaOC_2H_5$ ergab unter Aufnahme von 2 Mol H_2 Phenyläthylglykoläther, NaCl und Alkohol. Die Reaktion verläuft wahrscheinlich nach nachstehendem Schema:



Bei dem Versuch, 1-Phenoxy-2-äthoxy-2-chloräthan aus Phenoxyacetaldehyddiäthylacetal und PCl_5 darzustellen, trat nach dem Abdestillieren des Phosphoroxychlorids bei 90 bis 100°/15 mm Zersetzung ein.

Eine genauere Beschreibung der Versuche, der Reaktionsordnung und Geschwindigkeit der Verseifung der genannten Chloräther sowie der Di-α-chloräther der Dialkoxy- und Diaryloxyäthene und ihrer S-Analogen, der Ultrarotspektren und einiger Umsetzungsprodukte wird an anderer Stelle erscheinen.

Organisch-Chemisches Institut der Technischen Universität, Berlin-Charlottenburg.

Horst Baganz und Ernst Brinckmann.

Eingegangen am 2. August 1954.

[1]) Baganz, H., u. E. Brinckmann: Ber. dtsch. chem. Ges. **86**, 1318 (1953).

[2]) Baganz, H., W. Hohmann u. J. Pflug: Ber. dtsch. chem. Ges. **86**, 615 (1953).

[3]) Fischer, F., u. W. Gluud: Chem. Zbl. **4**, 1052 (1919).

Über 1-Chlor-1.2-dipropoxyäthen.

Durch Einwirkung von gepulvertem Ätzkali, das in Paraffinöl ($Kp._{13}$ über 125°) suspendiert war, auf 1.2-Dichlor-1.2-dipropoxyäthan[1]) unterhalb 50° gelang es, 1-Chlor-1.2-dipropoxyäthen in 77%iger Ausbeute zu erhalten. $C_8H_{15}O_2Cl$ (Mol.-Gew. 178,58, Cl ber. 19,84, gef. 19,60), $Kp._{13}$ 83 bis 86°; n_D^{15} 1,4355; $d_4^{20,5}$ 0,9861. Die farblose Flüssigkeit spaltet auch nach längerem Aufbewahren an der Luft keinen Chlorwasserstoff ab.

Die Abspaltung von 2 Mol Chlorwasserstoff aus 1.2-Dichlor-1.2-dipropoxyäthan, die zum 1.2-Dipropoxyäthin führen sollte, verlief unter den Bedingungen der Ätzalkalischmelze nur unbefriedigend. Neben vielen Zersetzungsprodukten konnte 1.2-Dipropoxyäthin nur in Spuren qualitativ nachgewiesen werden.

Organisch-Chemisches Institut der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg.

Horst Baganz und Wolfgang Hohmann.

Eingegangen am 21. August 1954.

[1]) Baganz, H., W. Hohmann u. J. Pflug: Chem. Ber. **86**, 615 (1953).

Changes in the Saccharides of Stored-pulses. A Study by Circular Paper Chromatography.

The transformations that occur in the saccharides of five common pulses (split and dehusked) e.g. Cicer arietinum Linn, Lens esculenta Moench, Cajanus indicus Spreng, Phaseolus Mungo Linn, and Phaseolus aureus Roxb[1]), as a result of their storage in closed tins for $2^1/_2$ years (at about 30° C), were investigated. These results are compared with those of the new samples.

The circular paper chromatographic technique was used for the separation of sugars. It was observed that the solvent mixtures, recommended by several workers[2]), were unsuitable for the resolution of a large number of sugars and specially oligosaccharides that are present in the pulses. The solvent system n-butanol:acetone:water (20:70:10) suggested by Giri and Nigam[3]) was unsatisfactory for sugars higher than tri-saccharides. The solvent mixture that gave good band separation of mono-, di- and oligosaccharides, was n-butanol: acetic acid:water (40:10:50)[4]). The best resolution of oligosaccharides, however, was obtained by running the solvent for about 30 hours. The sugar extracts of different pulses were prepared by soaking (40 gm) in distilled water (1:4, W/V) for 4 hours. The solution was filtered and concentrated to $^1/_4$th of its original volume in a dish on the water bath, and the solution freed from proteins and other impurities by precipitation with acetone. The solution was concentrated and made up to 10c.c. The various extracts did not give any test for starch with iodine.

100 μl of the sugar solutions of new and old pulses along with a mixture of seven known sugars (containing 1% of each sugar) were spotted at equidistant points along the circumference of a circle (2·3 cm. radius), drawn at the centre of a circular Whatman No. 1 filter paper (32 cm. in diam.). After developing the chromatogram with the solvent mixture n-butanol:acetic acid:water (40:10:50), the paper was dried. This was sprayed with the aniline-diphenylamine phosphate[5]) reagent and heated at 95–100° C for about 5 minutes; light

pink, brown and yellowish brown bands were developed against the white back ground. Fig. 1 gives the chromatogram obtained after developing for 10 hours. Table 1 gives the R_F values as compared to glucose for the sugars studied.

Fructose, glucose and galactose, the building units of polysaccharides, are more abundant in the stored pulses than in the fresh ones. There is always formation of fructose and glucose on storage, whereas galactose may or may not be present in every case.

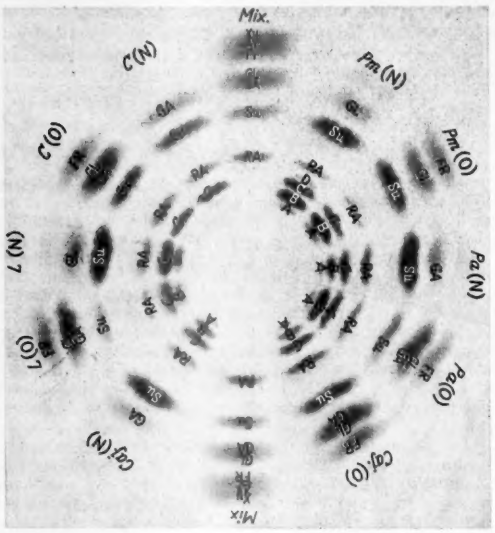


Fig. 1. Circular Paper Chromatogram showing the separation of sugars of new and stored pulses (10 hrs. development). *C.* Cicer arietinum Linn; *L.* Lens esculenta Moench; *Caj.* Cajanus indicus Spreng; *Pm.* Phaseolus Mungo Linn; *Pa.* Phaseolus aureus Roxb. (N) and (O) stand for new and old pulses.

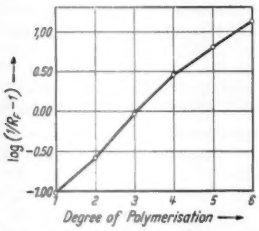


Fig. 2. Relation between log $(1/R_F - 1)$ and degree of polymerisation.

Table 1.

Sugar	Known Mixture		Cicer ariet.	Lens escul.	Caj. indic.	Phas. mungo	Phas. aur.
Xylose . .	1·280	New	—	—	—	—	—
		Old	—	—	—	—	—
Arabinose .	1·210	New	—	—	—	—	—
		Old	—	—	—	—	—
Fructose .	1·150	New	—	—	—	—	—
		Old	1·130	1·200	1·150	1·160	1·150
Glucose . .	1·000	New	—	1·030	—	1·00	—
		Old	1·000	1·030	1·00	1·00	1·00
Galactose .	0·950	New	0·950	—	0·950	—	0·930
		Old	0·936	0·950	0·930	—	0·930
Sucrose .	0·833	New	0·800	0·800	0·830	0·830	0·830
		Old	0·800	0·800	0·800	0·830	8·830
Raffinose .	0·500	New	0·500	0·510	0·510	0·500	0.500
		Old	0·500	0·510	0·500	0·510	0·500
D	—	New	—	—	—	0·270	—
		Old	—	—	—	—	—
C	—	New	0·230	0·230	0·230	0·235	0·250
		Old	0·230	0·240	0·230	0·235	0·250
B	—	New	—	0·140	0·140	0·140	0·145
		Old	—	0·140	0·140	0·140	0·145
A	—	New	—	—	0·08	0·085	0·090
		Old	—	—	0·08	0·085	0·090

ariet. = arietinum; escul. = esculenta; Caj. ind. = Cajanus- indicus; Phas. mungo = Phaseolus mungo; Phas. aur. = Phaseolus aureus.

The band D (in fresh Phaseolus mungo Linn) may be due to some derivative of a trisaccharide. Sugar C is invariably present in all the samples.

In view of the non-availability of the authentic samples of the oligosaccharides, the bands C, B, and A could not be characterised. They are probably due to tetra-, penta-, and hexasaccharides, since there exists a linear relationship between log $(1/R_F - 1)$ and the assumed degree of polymerisation[6],[7] (Fig. 2).

The author's thanks are due to Dr. D. S. Kothari for his interest in the present work.

Defence Science Organisation, Ministry of Defence, New Delhi.

D. B. Parihar.

Eingegangen am 12. Juli 1954.

[1]) Winton, A. L., and K. B. Winton: Vol. II, p. 369. London: John Wiley & Sons 1935.
[2]) Bayly, R. J., and E. J. Bourne: Nature [London] **171**, 385 (1953).
[3]) Giri, K. V., and V. N. Nigam: Naturwiss. **40**, 343 (1953).
[4]) Partridge, S. M.: Biochemic. J. **42**, 238 (1948).
[5]) Buchan, J. L., and R. I. Savage: Analyst **77**, 401 (1952).
[6]) Jeanes, A., C. S. Wise and R. J. Dimler: Anal. Chem. **23**, 415 (1951).
[7]) Bates-Smith, E. C., and R. G. Westall: Biochem. Biophys. Acta **4**, 427 (1950).

The detection of a ketoheptose sugar in colostrum and udder tissue from cows.

Approximately 50 ml. fresh colostrum or normal milk from cows were used. After removal of the fat by centrifugation, proteins were precipitated by $ZnSO_4/Ba(OH)_2$ treatment. In the filtrate the remaining traces of fat were removed by ether extraction. The solutions were treated with activated Permutite 50 and Deacidite 300, and were concentrated under reduced pressure at bath temperature 50—60° C. to a small volume (approximately 5 ml.).

Lactating udder tissue from slaughterhouse cows was used. In other cases tissue was removed from perfused isolated cow's udder preparations. Approximately 50 g. tissue were homogenized in presence of an equal amount of ice cold water in a Waring Blendor. The suspension thus produced was centrifuged. The filtered supernatant was treated in the same way as described for milk and colostrum.

The extracts from colostrum, normal milk and udder tissue were examined by means of paper chromatography (Whatman No 1). As solvents we used either n butanol — water — acetic acid (4:5:1) or phenol — water — ammonia. The chromatograms were run in one or two dimensions by ascending technique at room temperature during 48 hr. After drying, the papers were sprayed with the orcinol reagent described by Klevstrand and Nordal[1]) (orcinol 0·5 g., trichloroacetic acid 15 g., water saturated n. butanol 100 ml.). They were heated at 105° C. during 15—20 min. This reagent produces a bluish green colour only with ketoheptoses. Mannoheptulose and sedoheptulose standards were run each time. We used 0·005 ml. of a 1% solution of pure mannoheptulose. As we had no pure sedoheptulose preparation at our disposal we used 0·001 ml. juice pressed from fresh plants of Sedum Spurium M. Bieb. Sedoheptulose is present in species of Sedum[2]),[3]).

No trace of ketoheptose sugars was detected in extracts from normal cow's milk. On the contrary the presence of a ketoheptosesugar was demonstrated in many extracts from cow's udder tissue. It occasionally was found in cow's colostrum extracts. R. F. values of blue spots produced by sedoheptulose, udder tissue and colostrum were almost identical in both solvents. In the phenol solvent the R. F. value of mannoheptulose was quite different from that of the ketoheptoses of Sedum, colostrum and udder tissue.

It is possible that the ketoheptose sugar we detected in the cow's mammary gland is to be considered as an intermediate product of the carbohydrate metabolism of this organ.

The authors wish to thank the I. R. S. I. A. foundation for a grant towards this investigation. They are indebted to Dr. A. Nordal and Dr. R. Klevstrand of the Pharmaceutical Institute of the University of Oslo-Blindern for a generous

gift of mannoheptulose and for their advice and interest in this work.

From the Department of Physiology, Veterinary School, University Ghent (Belgium).

G. PEETERS, R. COUSSENS and G. SIERENS.

Eingegangen am 5. August 1954.

[1]) KLEVSTRAND, R., and A. NORDAL: Acta chem. scand. 4, 1320 (1950).
[2]) RICHTMYER, N. K.: Advances in Carbohydrate Chemistry, Vol. 1. New York 1945.
[3]) NORDAL, A., and R. KLEVSTRAND: Acta chem. scand. 5, 85 (1951).

17-Methyloestradiol, ein oral hochwirksames Oestrogen.

Bei der Suche nach oral wirksamen Sexualhormonen gingen wir von der Überlegung aus, daß die Struktur der genuinen Hormone nur möglichst wenig zu ändern sei. Soweit Derivate der Sexualhormone eine echte orale Applikation gefunden haben, besitzen sie am Kohlenstoffatom 17 eine Oxygruppe in β-Stellung und einen Substituenten R (Äthinyloestradiol R = Äthinyl; Pregneninolon R = Äthinyl; Methyltestosteron R = Methyl). Weiter ist in einzelnen Fällen nachgewiesen, daß die einfache =O- oder —OH-Funktion am Kohlenstoffatom 17 im Stoffwechsel und hier speziell bei der Leberpassage bevorzugt verändert wird, so daß die Hormonwirksamkeit erlischt. Umgekehrt ist beim Methyltestosteron nachgewiesen, daß diese Substanz bei Resorption aus dem Magen-Darm-Trakt und anschließender Leberpassage wirksam bleibt. Es ist daraus zu schließen, daß die 17β-Oxy-α-methyl-Anordnung am Kohlenstoffatom 17 für die enterale Applikation eine zweckmäßige Form ist. Aus diesen Überlegungen erwarteten wir vom 17-Methyloestradiol entsprechende Eigenschaften, wie sie an ein oral wirksames Oestrogen zu stellen sind.

Überraschenderweise war bis zu Beginn unserer Arbeiten ein eindeutig identifiziertes 17-Methyloestradiol in der Literatur nicht beschrieben. Lediglich wird in einer Patentschrift zur Darstellung von 17-Methyl-dihydrofollikelhormon (Methyloestradiol)[1]) angegeben, daß beim Umsatz von Oestron mit Methylmagnesiumjodid in Äther ein Gemisch zweier isomerer Methylkarbinole erhalten wird, das mit konz. Schwefelsäure im UV-Licht blaugrüne Farbe und Fluoreszenz gibt und bei subkutaner Verabfolgung in wäßriger Lösung und sechsmaliger Unterteilung einen Wirkungswert von 3 bis 4 Millionen Ratteneinheiten pro Gramm besitzen soll. Unsere Versuche, das 17-Methyloestradiol mit Methylmagnesiumhalogeniden herzustellen, hatten folgende Ergebnisse: Mit Methylmagnesiumbromid in stark verdünnter ätherischer Suspension wurden 80 bis 85% Oestron zurückerhalten, der Rest zeigte einen Schmelzpunkt von 130 bis 165°. Die gleiche Reaktion in Tetrahydrofuran in vollständiger Lösung gab keinen Umsatz. Mit Methylmagnesiumjodid in Äther wurden etwa 30% einer Substanz vom Schmelzpunkt 184/186° (unreines Methyloestradiol) erhalten, 30% Oestron wurden als nicht umgesetzt isoliert, der Rest war ein Öl. Die Substanz vom Schmelzpunkt 184/186° war durch einfaches Umkristallisieren nicht auf den Schmelzpunkt von 190 bis 192° (uk), wie wir ihn später für reines 17-Methyloestradiol fanden, zu bringen. Es muß angenommen werden, daß die hier vorliegenden α- und β-Isomeren durch Umkristallisation in dieser Art nicht getrennt werden können. Nach Einreichung unserer Patentanmeldung[3]) erhielten wir Kenntnis von einer Arbeit von BOCKLAGE und Mitarbeitern[2]), die diese Befunde zur Darstellung mit Methylmagnesiumhalogeniden bestätigt. Dabei wurde für die Synthese von ^{14}C-Methyloestradiol Oestronacetat mit Methylmagnesiumjodid umgesetzt. Das Reaktionsprodukt mußte zweimal mit GIRARDS-Reagens behandelt werden, und der nichtketonische Anteil ergab erst nach chromatographischer Trennung 17-Methyloestradiol, Ausbeute 40%.

Die Darstellung des 17-Methyloestradiols gelang uns überraschend einfach durch Umsatz von Oestron mit Lithiummethyl in ätherischer Suspension zunächst bei Zimmertemperatur und anschließendem kurzem Sieden und üblicher Aufarbeitung[3]). Dabei entsteht die gewünschte Substanz in praktisch quantitativer Ausbeute und gibt nach einmaliger Umkristallisation 95 bis 98% d. Th. vom Schmelzpunkt 190 bis 192° (uk). Im Gegensatz zu den Methylmagnesiumhalogeniden ergibt danach Lithiummethyl nicht nur einen quantitativen Umsatz, sondern auch eine sterisch praktisch einheitliche Reaktion. Wir konnten diesen Befund über den Umsatz der 17-Ketogruppe auch am Dehydroisoandrosteronacetat bestätigen. Während der übliche, auch technisch durchgeführte Umsatz mit Methylmagnesiumbromid nur Ausbeuten von 70 bis 80% ergibt, erhielten wir Ausbeuten an reinem 17α-Methyl-androstendiol-3β, 17β von 95%.

Die sterische Konfiguration des 17-Methyloestradiols ist nicht streng bewiesen. Auf Grund der Analogie zum Umsatz des Dehydroisoandrosteron-acetats zum 17β-Oxy-Derivat und auf Grund der biologischen Wirksamkeit des 17-Methyloestradiols kann die 17β-Oxy-17α-methyl-Anordnung aber als sicher angesehen werden.

Der physiologische Test des 17-Methyloestradiols zeigte folgendes Ergebnis (Tabelle 1).

Tabelle 1.

Die Ratteneinheit ist enthalten	Applikation	
	subkutan	enteral
bei Methyloestradiol	in 0,2500 γ	20,0 γ
bei Äthinyloestradiol	in 0,0125 γ	5,0 γ

Zum Vergleich sind die Werte für Äthinyloestradiol mitgeteilt. Dabei ist für die Beurteilung des 17-Methyloestradiols nicht die absolute Menge entscheidend, sondern der Wirksamkeitsverlust von der subkutanen zur enteralen Applikation. Dieser Wirksamkeitsverlust ist beim Äthinyloestradiol bei enteraler Gabe 5mal so groß wie beim Methyloestradiol. Damit wird der Unterschied der absoluten Wirksamkeit von Methyloestradiol und Äthinyloestradiol bei enteraler Applikation praktisch aufgehoben.

Die Werte der physiologischen Testung verdanken wir Herrn Dr. H. E. VOSS, der an anderer Stelle ausführlich berichten wird.

Hauptlaboratorium der C. F. Boehringer & Söhne, G.m.b.H., Mannheim.

E. HAACK, G. STOECK und H. VOIGT.

Eingegangen am 29. Juli 1954.

[1]) Schweiz. Patent 189749.
[2]) BOCKLAGE, B. C., H. J. NICHOLAS, E. A. DIOSY jr., W. H. ELLIOTT, S. A. THAYER u. E. A. DIOSY: J. of Biol. Chem. 202, 27 (1953).
[3]) DBPA B 25622 IV C/120 vom 15. 5. 1953.

Hemmung der oxydativen Phosphorylierung durch tierische Gifte.

Tierische Gifte greifen in zahlreiche Prozesse des intermediären Stoffwechsels ein, zum Teil durch Spaltung von Phosphatbindungen in Cofermenten[1]), zum Teil durch Abbau von Phospholipoiden[2–5]). FLECKENSTEIN und Mitarbeiter[6]) brachten die von ihnen beobachtete Dehydrasenhemmung in Zusammenhang mit der Schmerzerzeugung.

Bienengift hemmt die oxydative Phosphorylierung im Leberhomogenat (vgl. Tabelle 1) bereits in Konzentrationen (1:300000 bis 1:1500000), welche die Sauerstoffaufnahme noch nicht merklich beeinflussen. Ursache hierfür dürfte im wesentlichen die in ihm enthaltene Phospholipase A sein. Die phospholipasefreie, pharmakologisch sehr aktive Fraktion I des Giftes ist erheblich weniger wirksam, in entzündungserregenden Konzentrationen (1:7500) aber ebenfalls zur Entkopplung fähig.

Auch das Gift von Naja nigricollis (vgl. Tabelle 1) erniedrigt das P:O-Verhältnis stark. Um eine Störung durch Phosphatasen zu verhindern, wurden Vergleichsreihen mit 15 min auf 98° C erhitztem Gift angesetzt, wodurch nach BRAGANCA und QUASTEL[2]) unter anderem auch diese Fermente ausgeschaltet werden; das entkoppelnde Prinzip war dadurch nicht inaktiviert worden. Gift von Vipera ammodytes und Gift von Naja haje verhielten sich gleichsinnig.

Aus unseren Versuchen ist zu schließen, daß Lipoide für die Verbindung von Atmung und Phosphorylierung von Bedeutung sind; die Entkopplung wird durch die Phospholipase A der Gifte entweder direkt oder — wie unsere Befunde mit Lysocithin (vgl. Tabelle 1) vermuten lassen — auch indirekt auf dem Wege über die intermediäre Bildung von Lysophospholipoiden herbeigeführt. Untersuchungen über den Angriffspunkt der stark entzündungserregenden und schmerzerzeugenden Bienengiftfraktion I und über die Frage eines Zusammenhanges zwischen lokaler Schädigung und Störung der oxydativen Phosphorylierung durch andere Substanzen sind im Gange.

Tabelle 1.

Giftzusatz		Aufnahme von anorganischem Phosphat (Mikroatome P)	Aufnahme von Sauerstoff (Mikromole)
0 (Kontrolle)		12,2	5,7
Bienen-Pikratgift	1: 75000	2,4	1,6
Bienen-Pikratgift	1: 300000	4,5	5,3
Bienen-Pikratgift	1:1200000	12,2	5,3
Bienengiftfraktion I	1: 7500	2,6	6,1
Bienengiftfraktion I	1: 30000	13,8	6,1
Lysocithin	1: 1500	5,2	4,9
Lysocithin	1: 15000	11,9	5,1
0 (Kontrolle)		14,4	6,7
Nigricollisgift	1: 60000	2,3	2,3
Nigricollisgift	1: 300000	5,5	7,1
Nigricollisgift	1:1200000	14,9	6,8

Ansätze: 0,8 cm³ Rattenleberhomogenat + 0,1 cm³ 0,15 m Glutamat + 0,1 cm³ 0,1 m $MgCl_2$ + 0,1 cm³ Giftlösung in phys. NaCl 10 min bei 30° im WARBURG-Apparat. Anschließend Zusatz von 0,1 cm³ Hefehexokinase + 0,1 cm³ 0,02 m Adenosin-5-Phosphorsäure in m/15 Phosphatpuffer (p_H 7,2) + 0,05 cm³ 0,4 m NaF in Phosphatpuffer + 0,05 cm³ 0,5 m Glukose in Phosphatpuffer; 15 min geschüttelt (130/min), Gasphase Luft. Sofort anschließend Einbringen in Eiswasser, Phosphatbestimmung im Trichloressigsäurefiltrat nach TSCHOPP und TSCHOPP[7]). Sauerstoffverbrauch vom Zeitpunkt der Mischung ab bestimmt.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für eine Sachbeihilfe.

Würzburg, Pharmakologisches Institut der Universität.

Eingegangen am 30. Juli 1954. ERNST HABERMANN.

[1]) CHAIN, E.: Biochemic. J. **33**, 407 (1939).
[2]) BRAGANCA, B. M., u. I. H. QUASTEL: Biochemic. J. **53**, 88 (1953).
[3]) KIELLEY, W. W., u. O. MEYERHOF: J. of Biol. Chem. **183**, 391 (1950).
[4]) NYGAARD, A. P., u. J. B. SUMNER: J. of Biol. Chem. **200**, 723 (1953).
[5]) NYGAARD, A. P.: J. of Biol. Chem. **204**, 655 (1953).
[6]) FLECKENSTEIN, A., H. TIPPELT u. H. KRONER: Arch. exper. Path. u. Pharmakol. **210**, 380 (1950).
[7]) TSCHOPP, E., u. E. TSCHOPP: Helv. chim. Acta **15**, 793 (1932).

Die Katalaseaktivität INH-sensibler und -resistenter Mycobakterien und ihre Hemmbarkeit durch INH *).

Verschiedene neuere experimentelle Befunde über die Beeinflußbarkeit von Enzymen des Tuberkelbakteriums durch INH, über enzymatische Besonderheiten INH-resistenter Varianten des Tuberkelbakteriums im Vergleich zu ihren sensiblen Ausgangsstämmen sowie über die Antagonisierbarkeit der tuberkulostatischen Wirksamkeit des INH durch bestimmte Substanzen berechtigen zu der Annahme, daß dem Porphyrinstoffwechsel bei der Vermehrungshemmung des Tuberkelbakteriums durch INH Bedeutung zukommt.

So hat UECKER[3]) an einem saprophytären Mycobakterienstamm nachgewiesen, daß die Katalaseaktivität dieses Stammes durch INH in erheblichem Maße reduziert wird. MIDDLEBROOK[2]) fand bei seinen Untersuchungen über die Beziehungen zwischen INH-Resistenz und Katalaseaktivität der Tuberkelbakterien, daß sich INH-resistente Varianten INH-sensibler Tuberkelbakterienstämme von ihren INH-sensiblen Ausgangsstämmen durch das völlige Fehlen einer katalatischen H_2O_2-Spaltung unterscheiden. Das trifft sowohl für INH-resistente Tuberkelbakterienstämme, die durch wiederholte INH-Passagen in vitro resistent geworden waren, als auch für solche zu, die aus Sputen mit INH behandelter Tuberkulöser isoliert wurden.

Unsere eigenen Untersuchungen ergänzen die genannten Befunde und unterstützen zusätzlich die Annahme, daß die tuberkulostatische Wirksamkeit des INH eng mit der Hemmung der katalatischen H_2O_2-Spaltung zusammenhängt. Die Versuche wurden an einer größeren Zahl INH-sensibler und -resistenter humaner Stämme des Mycobact. tuberculosis sowie an mehreren INH-sensiblen und -resistenten saprophytären Mycobakterienstämmen durchgeführt. Die Bestimmung der Katalaseaktivität erfolgte durch manometrische Messung der O_2-Bildung in der WARBURG-Apparatur.

Der von UECKER an einem saprophytären Mycobakterienstamm erhobene Befund über die partielle Hemmbarkeit der katalatischen H_2O_2-Spaltung durch INH ließ sich sowohl bei den geprüften humanen Tuberkelbakterienstämmen als auch bei den saprophytären Mycobakterienstämmen reproduzieren. In Fig. 1a und b sind die diesbezüglichen Ergebnisse für den humanen Stamm H 37 Rv und für den Stamm 169 des Mycobact. phlei wiedergegeben. Die Beeinflußbarkeit der Mycobakterienkatalase durch INH war in allen Fällen bei den Stämmen des Mycobact. tuberculosis ausgeprägter als bei den saprophytären Mycobakterienstämmen. So war bei ersteren bei einer Konzentration von 4 γ INH/ml noch eine signifikante partielle Hemmung der Katalaseaktivität meßbar, während bei den saprophytären Stämmen die Grenze der noch eindeutig feststellbaren Katalasehemmung zwischen 30 und 60 γ INH/ml lag. Die Hemmung der Katalaseaktivität dürfte auf die Eigenschaft des INH zurückzuführen sein, mit Eisen-Porphyrinen zu reagieren, worüber GRAY[1]) berichtet hat.

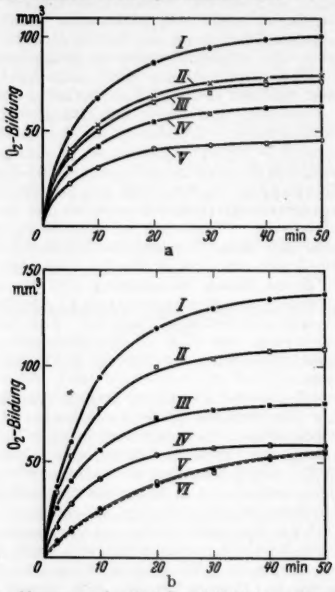


Fig. 1a u. b. Hemmung der Katalaseaktivität von Mycobact. tuberculosis var. hom. H 37 Rv sowie von Mycobact. phlei 169 und seiner INH-resistenten Variante (Ir) durch INH. a: *I* H 37 Rv ohne INH; *II* mit INH 1:256000; *III* INH 1: 64000; *IV* INH 1:16000; *V* INH 1:4000. Alter der Kultur 25 Tage; Bakterienmenge 0,8 mg/ml suspendiert in m/15 Phosphatpuffer p_H 7,2; H_2O_2-Konzentration 0,03 %. b *I* Mycob. phlei 169 ohne INH; *II* mit INH 1:16000; *III* INH 1:8000; *IV* INH 1:4000; *V* Mycob. phlei 169 Ir ohne INH; *VI* mit INH 1:1000. Alter der Kulturen 5 Tage. Bakterienmenge: Stamm 169: 0,8 mg/ml; Stamm 169 Ir; 3,3 g/ml.

Unsere Messungen über die Katalaseaktivität INH-resistenter Mycobakterienstämme hatten ein überraschendes Ergebnis. Während sich alle INH-resistenten Stämme des Mycobact. tuberculosis in Übereinstimmung mit dem erwähnten Befund von MIDDLEBROOK als Katalase-negativ erwiesen, waren im Gegensatz dazu die INH-resistenten saprophytären Mycobakterienstämme wie ihre INH-sensiblen Ausgangsstämme Katalase-positiv. Das H_2O_2-spaltende Vermögen dieser INH-resistenten saprophytären Stämme war jedoch durch INH selbst bei Zugabe hoher Konzentrationen nicht hemmbar (s. Fig. 1b). INH-resistente Tuberkelbakterien sind demnach Varianten mit fehlender Katalase und daher auch in ihrer Vermehrung durch INH nicht hemmbar, während INH-resistente saprophytäre Mycobakterien Varianten mit einer durch INH nicht hemmbaren Katalase sind und damit einer Vermehrungshemmung durch INH entgehen.

Tuberkulose-Forschungsinstitut Borstel (Direktor: Prof. Dr. Dr. E. FREERKSEN). R. BÖNICKE.

Eingegangen am 5. Juni 1954.

*) Untersuchungen über den Wirkungsmechanismus des Tuberkulostatikums Isonicotinsäurehydrazid (INH), 1. Mitteilung.

[1]) GRAY, C. T.: VI. Congresso Internationale di Microbiologia, Roma 6.—12. Sept. 1953, Riassunti delle Comuniazioni, Bd. I, Teil 2, Nr. 179, S. 269.
[2]) MIDDLEBROOK, G.: Amer. Rev. Tubercul. **69**, 471 (1954).
[3]) UECKER, W.: Inaug.-Diss. Kiel 1954.

Zur Chemie des Melanophorenhormons der Hypophyse.

Über die chemische Natur des Melanophorenhormons, eines der phylogenetisch ältesten Hormone, ist bisher noch nichts bekannt. In neuerer Zeit wurde verschiedentlich behauptet, daß es mit ACTH identisch sei[1],[2]). Alle ACTH-Präparate besitzen mehr oder weniger starke Melanophorenaktivität, die sich mit üblichen Reinigungsmethoden nicht abtrennen läßt. Durch wiederholte Absorption an Oxycellulose gelang es jedoch ASTWOOD und Mitarbeitern[3]), ACTH weitgehend zu reinigen, und in neuester Zeit berichteten JOHNSSON und HÖGBERG[4]) über die Trennung von ACTH- und Melanophorenaktivität durch Gegenstromverteilung. Damit ist bewiesen, daß im ACTH und Melanophorenhormon zwei getrennte Prinzipien vorliegen, womit allerdings nicht ausgeschlossen ist, daß die beiden Hormone auf den gleichen physiologischen Reiz gemeinsam ausgeschüttet werden.

Wir sind zur Darstellung des melanophorenexpandierenden Prinzips von Hypophysenhinterlappenpulver (Hoechst) sowie von Rückständen der ACTH-Gewinnung (Hoechst) ausgegangen. Die Präparate, die nach DIETEL[5]) dargestellt wurden, wiesen von vornherein nur schwache ACTH-Aktivität auf. 2 bis 4 mg bewirken in Verdünnungen von $1:10^7$ bis $1:10^8$ starke Expansion der Melanophoren der Froschhaut[6]). Solche Extrakte enthalten neben zahlreichen freien Aminosäuren auch eine Reihe höherer Peptide. Die melanophorenaktive Fraktion ließ sich elektrophoretisch bei p_H 7 von stärker basischen und sauren Fraktionen abtrennen. Je 2,5 mg der gereinigten Fraktion wurden im SAYERS-Test[7]) an sieben hypophysektomierten Ratten getestet und zeigten keine ascorbinsäurevermindernde Wirkung*).

Die weitere Reinigung erfolgte durch zweidimensionale Papierchromatographie (1. Phase: Butanol/Eisessig/Wasser 40:10:50, 2. Phase: wassergesättigtes Phenol). Die bei Dunkelheit entwickelten und getrockneten Chromatogramme zeigen im UV-Licht einen stark gelb fluoreszierenden Fleck (1. Phase: R_F 0,1, 2. Phase: R_F 0,95), der allein Melanophorenaktivität besitzt. Die Substanz färbt sich mit Ninhydrin rotviolett und enthält nach Elution und Hydrolyse mit 5 n HCl folgende Aminosäuren: Glykokoll, Threonin, Alanin, Serin, Valin, Leucin bzw. Isoleucin sowie Arginin und Lysin.

Über die für die UV-Fluoreszenz verantwortliche Atomgruppierung läßt sich vorläufig nichts aussagen. Immerhin können wir annehmen, daß das Melanophorenhormon, wie alle bisher bekannten Hypophysenhormone, im wesentlichen ein Polypeptid darstellt.

Die Arbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

I. Medizinische Universitäts-Klinik und Zoologisches Institut der Universität Frankfurt a. M.

H. FISCHER, H. KÜRSTEN, H. GIERSBERG und R. MODES.

Eingegangen am 3. August 1954.

*) Den Farbwerken Hoechst sind wir für größere Mengen Acetontrockenpulver aus Hypophysenhinterlappen und ACTH-Präparate zu Dank verpflichtet. Herrn Dr. HÄUSSLER möchten wir besonders für die Durchführung des SAYERS-Tests danken.

[1]) SULMAN, F. G.: Nature [London] **169**, 588 (1952).
[2]) JOHNSSON, S., u. B. HÖGBERG: Nature [London] **169**, 286 (1952).
[3]) ASTWOOD, E. B., M. S. RABEN, R. W. PAYNE u. A. B. GRADY: J. Amer. Chem. Soc. **73**, 2969 (1951).
[4]) JOHNSSON, S., u. B. HÖGBERG: Acta endocrinol. **13**, 325 (1953).
[5]) DIETEL, F. G.: Klin. Wschr. **1934 I**, 796.
[6]) JORES, A.: Z. exp. Med. **87**, 266 (1933).
[7]) SYDNOR, K. L., u. L. SAYERS: Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med. **79**, 432 (1952).

On Drug-produced Experimental Psychoses *).

Wool protein was used as a model of the structural surface of receptors, possibly involved in the mechanism producing an experimental (model) psychosis by drugs[1]).

Hence the affinity for wool[2]) of the following compounds was determined at p_H 5·2: mescaline hydrochloride, methedrine (pervitine) hydrochloride, lysergic acid monoethylamide (LAE) and lysergic acid diethylamide (LSD), the latter two in form of their methanoltartrates. These drugs, if administered to humans in the approximate range of dosage: 500 mg., 100 mg., 1 mg. and 100 γ respectively, cause an experimental psychosis characterized by hallucinations and related phenomena of similar intensity and duration[1]).

Affinity, i.e. average millimoles $\times 10^{-2}$ of drug sorbed by 1 gm of wool		Single dose of drug in gm	log. of single dose
Mescaline . .	0	0·5	−0·3
Methedrine .	0·6	0·1	−1·0
LAE	1·1	0·001	−3·0
LSD	2·6	0·0001	−4·0

The results indicate that there is a relation between the affinity of a drug for wool and the ability of the same drug in producing hallucinations.

In the following we will consider only mescaline, LAE and LSD because it can be argued that mescaline in itself is not the active compound when administered to human volunteers but forms compounds similar to the LSD or LAE structure. Such a hypothesis was forwarded recently[3]) postulating that the biosynthesis may be brought about, among others, through condensation of minute amounts of mescaline with nor-adrenalin or 5-hydroxytriptamine both recently identified in the brain[4]).

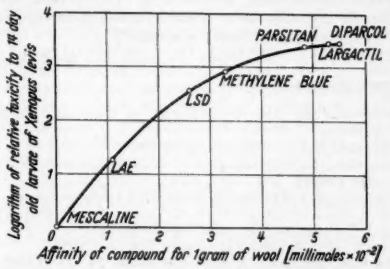


Fig. 1. Relation between the affinity for wool protein of the seven compounds and the log. of their relative toxicity towards 14 day old tadpoles of Xenopus levis.

There are several reasons to believe in such a biosynthesis, one of them being that tyramine is the most powerful activator of the enzymatic incorporation of C^{14}-labelled mescaline in the mouse liver[5]). It was attempted to prevent an 80 γ-LSD-caused psychosis by previous administration of a structurally related substance, a potential competitive inhibitor. Suitable compounds were selected from the phenothiazine series.

It is known that methylene blue, a phenothiazine derivative, is capable of staining, among other things, the ends of living nerves; it is an analgesic, an antimalarial and an antiseptic; phenothiazine, on the other hand, is an anthelmintic and base substance of drugs with antihistaminic, fungicidal, adrenolytic and antiemetic activity; in addition these compounds cause a fall in body temperature, display a ganglionic blocking as well as a curarizing action and even some quinidine-like action[6]). We found that methylene blue, N-(2-diethylamino-n-propyl)-phenothiazine (Parsitan), 3-chloro-10-(-3-dimethylaminopropyl) phenothiazine (Largactil) and β-diethylaminoethyl-N-phenothiazine (Diparcol) display a gradually increasing affinity for wool (3·3, 4·8, 5·3, 5·5 Mmoles $\times 10^{-2}$ per gram wool respectively).

If, therefore, wool protein is a model of the neuro-receptors involved in the drug-induced experimental psychoses, then we might expect that this group of compounds will modify the LSD-caused psychosis perhaps by competitive inhibition. Preliminary experiments suggest that a gradual increase in affinity for wool of a compound might be associated with a more complete inhibition of the experimental psychosis.

A curvilinear relation was found to exist between the gradually increasing affinity for wool protein of the seven compounds (from mescaline to β-diethylaminoethyl-N-phenothiazine) and the log. of their relative toxicity (0, 1·26, 2·54, 2·9, 3·35, 3·43, 3·43) towards 14 day old tadpoles of Xenopus levis[7]) (fig. 1). Such a relation seems to indicate that apparently the very same type of receptor is involved in the production and inhibition of experimental psychoses. The increasing adrenergic blocking activity of LAE and LSD, as well as the gradually increasing adrenolytic action of the inhibitors mentioned can be evaluated as indirect evidence supporting our contention.

Interpretation of our data can also be based on the hypothesis that "many biologically active substances may produce their specific effects by acting on the enzyme which inactivates them"[8]). We might assume then that adsorption of

our compounds on wool simulates the combination of the "cationic head"-s of active compounds with the anionic sides of the cholinesterase receptor. Some further data seem to support such an assumption. Janus green B, a very potent inhibitor of cholinesterase, as well as certain quaternary ammonium compounds exhibit an affinity for wool; especially the quaternaries which display the highest affinity (7·0 Mmoles $\times 10^{-2}$ per gram wool).

Since ZUPANCIC[8]) and SMITH, *et al.*[9]), among others, claim that certain quaternaries, especially those antagonistic to tubocurarine, act by inhibiting cholinesterase, we suggest that wool protein in this study might be regarded as a model for the latter enzyme.

We are indebted to the Sandoz Pharmaceuticals Ltd., Montreal, and especially to Professor E. ROTHLIN, Director, Sandoz A.G., Basel, Switzerland, as well as to Poulenc Ltd., Montreal, for their generous supply of LAE, LSD, as well as Largactil, Diparcol and Parsitan respectively. Pervitine ("methedrine") was kindly supplied by Smith, Kline & French Laboratories, Philadelphia.

Research Laboratory, Division of Psychiatric Research, Saskatchewan Department of Public Health, General Hospital, Munroe Wing, Regina, Sask., Canada[10]).

ROLAND FISCHER and NEIL AGNEW.

Eingegangen am 15. Juli 1954.

*) Supported by the Department of National Health and Welfare, Ottawa.

[1]) FISCHER, R.: J. Mental Sci. **1954**.
[2]) FISCHER, R., A. HOELLE and S. SEIDENBERG: Helv. chim. Acta **34**, 210 (1951).
[3]) FISCHER, R.: Manuscript forwarded to Experientia.
[4]) VOGT, M., A. H. AMIN et al.: Commun. to the Brit. Pharmacol. Soc., 5. Jan. a. 7. July 1952, respectively.
[5]) BLOCK, W.: Z. physiol. Chem. **294**, 49 (1954).
[6]) FISCHER, R.: Soap a. San. Chemicals **30**, 33 (1954).
[7]) FISCHER, R.: Science (Lancaster, Pa.) **118**, 409 (1953).
[8]) ZUPANCIC, A. O.: Acta Physiol. Scand. **29**, 63 (1953).
[9]) SMITH, C. M. et. al.: J. Pharmacol. **105**, 39 (1952).
[10]) Saskatchewan Committee on Schizophrenia Research.

Die löslichen Kohlenhydrate der Kakaobohne.

Über die wasserlöslichen Kohlenhydrate der Kakaobohne ist bis jetzt nur wenig bekannt. Im allgemeinen findet man reduzierende Zucker in einer 1% nur selten und nur geringfügig übersteigenden Menge. Es wird angenommen, daß es sich dabei im wesentlichen um Glucose, daneben auch um Fructose handelt. Von nichtreduzierenden Zuckerarten ist Saccharose wenigstens als Bestandteil südamerikanischer Forastero-Sorten[1]) nachgewiesen, die gelegentlich bis zu 3% davon enthalten können. A. KNAPP[2]) konnte sie allerdings weder in unfermentiertem noch in fermentiertem westafrikanischem Kakao auffinden. Schließlich ist auch das Vorkommen von Pentosen und Methylpentosen nicht näher bezeichneter Art bekannt.

Bei eigenen Untersuchungen an einer größeren Zahl von Rohkakaosorten verschiedener Herkunft zeigte sich nun, daß zwei Proben von gut fermentiertem Arriba-Kakao verhältnismäßig viel Saccharose, d.h. durch 3 min langes Erwärmen mit 0,7 n-HCl auf 68 bis 70° C invertierbare sowie durch Invertase spaltbare Kohlenhydrate — nämlich 0,96% und 1,5% — enthielten. Die papierchromatographische Prüfung (Fließmittel: n-Propanol-Äthylacetat-Wasser 7:1:2; Papier: Schleicher & Schüll 2043b; Laufzeit: 24 Std) des mittels Bleiacetats von Gerbstoff und Eiweiß sowie mittels Ionenaustauschers (Permutit RS und ES) von Mineralstoffen befreiten und im Vakuum eingeengten Extraktes ergab nun neben Glucose, Fructose und Saccharose das Vorhandensein von zwei weiteren Kohlenhydraten (Fig. 1, *II*). Der Stellung im Papierchromatogramm nach handelt es sich um ein Trisaccharid (Fig. 1 *A*) und vermutlich um ein Tetrasaccharid (Fig. 1, *B*). Beide Substanzen reduzieren nicht und enthalten Fructose. Vergleichschromatogramme (Fig. 1, *I*) zeigten, daß die eine Substanz wohl Raffinose ist, da sie den gleichen R_f-Wert (0,09) wie diese aufweist. Bei der anderen könnte es sich um Stachyose handeln (R_f-Wert 0,03). Ferner waren noch eine Pentose und eine Methylpentose, allerdings in sehr geringen Konzentrationen, vorhanden. Ihre Art steht noch nicht fest.

Die beiden Oligosaccharide A und B sind offenbar nicht im Arriba-Kakao allein enthalten, sie ließen sich auch in einem aus (westafrikanischem) Accra hergestellten Kakaobruch nachweisen (Fig. 1, *III*). Bei diesem wurde außerdem zwischen den Flecken der Raffinose (R_f-Wert 0,09) und der Saccharose (R_f-Wert 0,21) noch schattenhaft ein weiteres Kohlenhydrat sichtbar (Fig. 1, *III C*). Nach der Stellung im Papierchromatogramm und nach der Färbung zu urteilen, die es mit dem Sprühreagens p-Anisidin-Diphenylamin-Phosphorsäure lieferte, könnte es sich um ein Trifructoseanhydrid handeln. Die Substanzmenge war jedoch zu gering, um bindende Aussagen machen zu können. Die beiden Pentosen waren auch hier zu erkennen.

Bei Anwesenheit von Raffinose und Stachyose liefert nun die übliche Bestimmung des „Saccharosegehaltes" des Rohkakaos oder daraus hergestellter Erzeugnisse auf keinen Fall ein wahres Bild über die tatsächlich vorhandene Menge der letzteren. Es wird, ganz gleich, ob die Inversion mittels Salzsäure oder Invertase durchgeführt wird, sowohl die Raffinose wie auch die Stachyose bzw. die aus diesen stammende Fructose mitbestimmt.

Bei den beiden untersuchten Kakaosorten fiel noch auf, daß der Arriba verhältnismäßig viel Glucose, dagegen fast

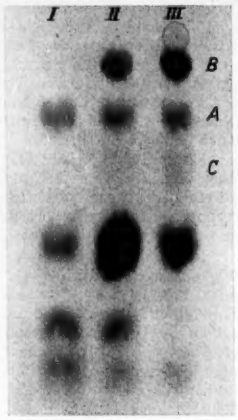


Fig. 1. Papierchromatogramme der wasserlöslichen Kohlenhydrate von Rohkakao. *I*: Vergleichssubstanzen. Von oben: Raffinose, Saccharose, Glucose, Fructose. *II*: Arriba-Kakao. Von oben: Substanz *B* (Stachyose?), Substanz *A* (Raffinose?), Saccharose, Glucose, Fructose. *III*: Accra-Kakao. Von oben: Substanz *B* (Stachyose?), Substanz *A* (Raffinose?), *C* (Trifructoseanhydrid?), Saccharose, Fructose. Fließmittel: n-Propanol-Äthylacetat-Wasser 7:1:2; Papier: Schleicher & Schüll 2043b; Sprühmittel: p-Anisidin-Diphenylamin-Phosphorsäure.

keine Fructose enthielt, während im Accra ebenfalls sehr wenig Fructose, von Glucose aber kaum noch nachweisbare Spuren vorhanden waren. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, München.

H. THALER.

Eingegangen am 29. Juli 1954.

[1]) HARRISON, J. B.: Reports Agric. Station Brit. Guiana 1897.
[2]) KNAPP, A.: Cacao Fermentation. London: Bale, Sons u. Curnow 1937.

On the free amino acid composition of *Phaseolus radiatus* (Green Gram).

Recently GANGULI[1]) reported on the changes in free amino acid composition of germinating *Phaseolus radiatus* by paper chromatography. We were interested in the distribution of free amino acids in various parts of plants of different species with a view to elucidating the role of free amino acids in the N-metabolism of the plant. A general survey of the free amino acids in leaves[2]) and various Indian pulses[3]) has already been made in our laboratory and details are being communicated shortly for publication. As some of GANGULI's results are at variance with our own observations, a reinvestigation was carried out regarding the soluble nitrogenous constituents of the resting seeds of *Phaseolus radiatus* (green gram). GANGULI could detect only 5 amino acids in the seed before germination. In our experiments, however, at least 15 ninhydrin-positive substances have been detected in the resting seeds by circular paper chromatography (Fig. 1). The identity of some of the amino acids has been established by means of 2-dimensional paper chromatography (ascending) using (a) n-butanol-acetic acid-water (4:1:5); (b) phenol-water and (c) pyridine-water (8:2) as solvents and also by confirmatory tests for arginine, histidine and proline.

1 gm. of the seed powder (60 mesh) was extracted with 6 ml. of ethanol (75%) for one hour and centrifuged. The clear extract was treated with chloroform (3 vols.) and the aqueous layer (A) separated by centrifugation was employed for chromatography. Different concentrations of extract (A) were tried and it was found that 40 µl. were sufficient to indicate the presence of all amino acids on a "mixed chromato-

gram". Evidence for the presence of peptides in the extract (A) was obtained by acid hydrolysis. A comparison of the chromatograms of extract (A) before and after hydrolysis revealed the disappearance of the bands 1, 3, 7 and a part of 9 in Fig. 1 and the simultaneous intensification of the bands relating to glutamic acid, proline and α-aminobutyric acid.

Contrary to GANGULI's findings, arginine, valine, α-alanine leucines, phenyl alanine, serine, proline and tyrosine and traces of histidine, β-alanine and α-amino butyric acid have been identified. An explanation for the discrepancies may probably be found in the use of a small sized paper (18·5 cm. dia.) and the low concentration of the extract employed by him for chromatography.

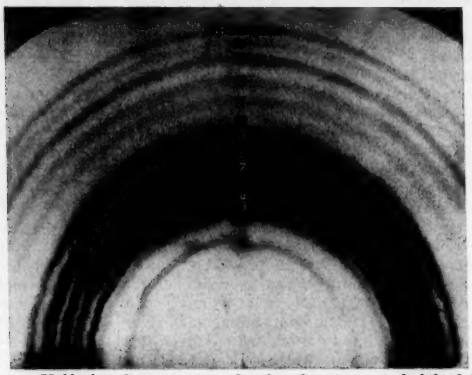


Fig. 1. Half of a chromatogram showing the presence of ninhydrin-positive substances in *Phaseolus radiatus* (green gram). Size of paper: 35 cm. diam. *1* Peptide; *2* Lysine; *3* Peptide; *4* Histidine; *5* Arginine; *6* Aspartic acid + Serine + Glycine; *7* Peptide; *8* Glutamic acid + Threonine; *9* α-alanine + Peptide; *10* Proline; *11* β-alanine + α-aminobutyric acid; *12* Tyrosine; *13* Valine; *14* Phenylalanine; *15* Leucines. (Multiple development; solvent: butanol-acetic acid water, 4:1:5).

Our grateful thanks are due to Professor K. V. GIRI for his advice, guidance and interest in the work.

Department of Biochemistry, Indian Institute of Science, Bangalore 3, India.

A. N. RADHAKRISHNAN and C. S. VAIDYANATHAN.

Eingegangen am 16. Juli 1954.

[1]) GANGULI, N. C.: Naturwiss. **41**, 140 (1954).
[2]) GIRI, K. V., K. S. GOPALAKRISHNAN, A. N. RADHAKRISHNAN and C. S. VAIDYANATHAN: Nature [London] **170**, 580 (1952).
[3]) TARA RAO (Miss), A. N. RADHAKRISHNAN, C. S. VAIDYANATHAN and K. V. GIRI: Unpublished work.

Nachweis der fehlenden Zellkernschädigung des cancerogenen Benzpyrens im Froschsamenversuch.

Für die Frage nach der Genese der malignen Tumoren ist es wichtig festzustellen, ob die besonders stark cancerogenen Kohlenwasserstoffe, wie das Benzpyren, den gleichen Angriffspunkt wie die Radium- und Röntgenstrahlen besitzen. Durch O. und G. HERTWIG[4]), [5]) ist bekannt, daß letztere ausschließlich am Zellkern angreifen. 1927 stellte dann MULLER[6]) die mutative Wirkung der Radium- und Röntgenstrahlen an Drosophila fest. Diese Ergebnisse veranlaßten BAUER[1]) 1928, seine bekannte Mutationstheorie der Krebsentstehung aufzustellen. Ausgehend von dem Axiom, daß „der Krebs ein primär zelluläres Problem ist", erblickt er in dem Vorgang der Cancerisierung eine „irreversible Mutation somatischer Zellen. Die Geschwulst entsteht durch mutative Änderung wachstumssteuernder Erbstrukturen". Diese lokalisiert er entsprechend den Ergebnissen der Strahlengenetik in die im Zellkern gelegenen Gene, während NOTHDURFT[7]) als Grundlage der Cancerisierung „Mutationen an autoreproduktiven Komponenten des somatischen Plasmas" annimmt. Diese sog. Plasmamutationstheorie hat durch die Untersuchungen von GRAFFI[3]) eine wesentliche Stütze erfahren. Er wies fluoreszenzmikroskopisch nach, daß das Benzpyren ganz selektiv den Mitochondrien angelagert wird, während die Gegend des Zellkernes ausgespart bleibt. Nach GRAFFIs Theorie sollen die Mitochondrien durch die Anlagerung von Benzpyren eine mutative Veränderung erfahren, und wenn die Mehrzahl der in der Zelle vorhandenen Mitochondrien bei erhaltener Reproduktionsfähigkeit verändert ist, wird diese Zelle zur Krebszelle.

Der Sinn unserer Untersuchungen war es, mit der Froschsamenmethode festzustellen, ob der Kern durch Benzpyren wirklich nicht mutativ verändert wird. Diese von O. und G. HERTWIG eingeführte Methode hat sich in den letzten Jahren mehrfach bewährt, um den Angriffspunkt der sog. Mitosegifte festzustellen[4]), [5]), [2]), [8]). Für die Anwendung der Froschsamenmethode bei der Prüfung des wasserunlöslichen Benzpyrens ergab sich die Schwierigkeit, ein geeignetes Lösungsmittel zu finden. Das gebräuchliche Aceton sowie einige andere Lösungsmittel erwiesen sich wegen ihrer zytolytischen Wirkung als ungeeignet. Brauchbar zeigte sich jedoch ein unter der Bezeichnung CRE von der Chemisch-Pharmazeutischen Fabrik Scott & Bowne, Frankfurt a.M., hergestelltes Polyäthylenglykol, in dem sich Benzpyren in einem Verhältnis 1:100 gut lösen ließ und, ohne auszufallen, mit Wasser weiter verdünnt werden konnte. Alle diese Lösungen des Benzpyrens zeigten selbst bei stärkster Verdünnung noch deutliche bläuliche Fluoreszenz.

Als Testobjekt benutzten wir die Spermien von Rana fusca. Der Lösungsvermittler allein schädigt die Beweglichkeit der Samenfäden nicht, und die mit diesen besamten Froscheier entwickelten sich völlig normal. Samenfäden, auf die eine Benzpyrenlösung von 1:1000 bzw. 1:10000 eingewirkt hatte, zeigten dagegen eine herabgesetzte Beweglichkeit, die jedoch zur Befruchtung selbst nach $^3/_4$stündiger Behandlungsdauer noch ausreichte. Sämtliche befruchteten Eier (bei einer Einwirkungsdauer von wenigen Minuten und einer Lösung 1:1000 = 14 Eier, Verdünnung 1:10000 = 44 Eier, bei einer Einwirkungszeit von 45 min und einer Konzentration von 1:10000 = 9 Eier) entwickelten sich zu normalen Larven. Es traten keinerlei Mißbildungen auf, wie sie typisch sind, wenn der Kernapparat geschädigt ist.

Diese Versuchsergebnisse zeigen eindeutig, daß der Angriffspunkt des Benzpyrens im Gegensatz zu den basischen Farbstoffen (z. B. Trypaflavin) oder den Radium- und Röntgenstrahlen nicht am Kern zu suchen ist.

Anatomisches Institut der Martin-Luther-Universität Halle a.d. Saale (Direktor: Prof. Dr. G. HERTWIG).

G. RUHLAND und I. WEISS.

Eingegangen am 28. Juli 1954.

[1]) BAUER, K. H.: Die Mutationstheorie der Geschwulstentstehung. Berlin: Springer 1928. — Das Krebsproblem. Berlin: Springer-Verlag 1949.
[2]) DREBINGER, K.: Roux' Arch. **145**, 174 (1951).
[3]) GRAFFI, A.: Arch. Geschwulstforsch. **1**, 61 (1949). — Abh. dtsch. Akad. Wiss. Klasse Med. Wiss. **1953**, 1 (1954).
[4]) HERTWIG, G.: Arch. mikrosk. Anat. **77**, 165 (1911).
[5]) HERTWIG, O.: Arch. mikrosk. Anat. **77**, 97 (1911).
[6]) MULLER, H. J.: 5. Internat. Kongr. für Vererb.-Wiss. Berlin 1927. — Science (N. Y.) **66**, 84 (1927). — J. Cellular a. comparat. Physiol. **35**, Suppl. 1 (1950).
[7]) NOTHDURFT, H.: Z. Krebsforsch. **66** (1948).
[8]) RUHLAND, G.: Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg **3**, 83 (1953/54).

Free chromosomes as normal and carcinogenic milk factors.

Electron-micrographs reveal the presence of measurable, viruslike occlusions in human breast and skin carcinomata[1]). In mouse and human mammary tumours and their extracts these particles are identifiable with the corresponding milk factor of the carcinogenic mammary excretions[2]), [3]), [4]). The human carcinogenic factor closely resembles the particles present in normal human milk[4]). Further work establishes the nucleotide constitution of the carcinogenic milk factor[5]), whilst serological and antigen studies show these factors to be specific to each species or even strain[6]).

These findings, when integrated, point to the existence of a genetic link between all these particles, (normal and abnormal structural metabolites), and the particular organism. The subnuclear dimensions and nucleotide constitution of these particles, both in normal and malignant mammary tissue, suggest nuclear disintegration and the emergence of free chromosomes. Such a transition from the normal to the carcinogenic milk factor is in agreement with the accepted recognition of malignant growth as the result of an irreversible chromosomal change — beyond mutation and other benign re-arrangements. The particles, together with the whole process of mammary excretions, are governed by sex hormone activity. Their number varies with the strain, though this is generally less abundant than in the unstable neoplastic cells.

In the case of mammary, avian and epithelial tumours, malignant growth is extended to the partial dissolution of the cell walls and the disintegration of the nucleus into separate chromosome units which ultimately find their way into mammary excretions, lymphatic vessels etc. The frequent occurrence of secondaries and the virus-like occlusions in and around tumours throw some doubt as to the invariable stability of the nucleus and cell walls even in general mammalian cancer.

The mammary gland excretions of the cancerous foster-mother and later the blood stream of the infant, provide a temporary but adequate medium for the transmissible milk factor, intermediate to the permanent habitat within organic tissue such as liver, lung, heart, kidney, spleen[7], [8]) and probably thymos[9]) and brain[10]).

The emergence of a parasitic or malignant chromosome, following a protracted course of metabolic abnormalities (a time factor representing a quarter to a third of a lifetime) suggests that an enzymic and endocrine control, put forward some time ago by the present author[11]), is inadequate as a *corrective* treatment for cancer. A radical approach to the problem would apparently require both structural and functional changes. However, a new path in biotherapy is envisaged by the fact that the active milk agent appears to induce not only mammary tumours, lymphosarcomata, carcinomata[9]), gliomas infratentorial[10]) and retroperitoneal teratomas[12]) but also increases the likelihood of successful growth of a fibrosarcoma, a malignant melanoma[13]) and transplantable lymphoid leukaemias[14]). It suggests the possibility of counteracting the malignant free chromosomes and cancerous cells in general by the introduction of free chromosomes, prepared from normal human milk or possibly through extraction from suitable healthy tissue.

1 Gildridge Road, Manchester 16, England.

MAURICE COPISAROW.

Eingegangen am 17. August 1954.

[1]) GESSLER, A. E., and C. E. GREY: Exp. Med. a. Surg. **5**, 307 (1947).
[2]) PORTER, K.R., and H. P. THOMPSON: J. Exp. Med. **88**, 15 (1948).
[3]) PASSEY, R. D., L. D'MOCHOWSKI, W. T. ASTBURY and R. REED: Nature [London] **160**, 565 (1947).
[4]) PASSEY, R. D., L. D'MOCHOWSKI, W. T. ASTBURY, R. REED and G. EAVES: Nature [London] **167**, 643 (1951).
[5]) GRAFF, S., D. H. MOORE, M. S. WENDELL, H. T. RANDALL and C. D. HAAGENSEN: Cancer **2** (5), 755 (1949).
[6]) D'MOCHOWSKI, L., and R. D. PASSEY: Ann. N. Y. Acad. Sci. **54**, 1035 (1952).
[7]) D'MOCHOWSKI, L.: Brit. J. Cancer **3** (4), 525 (1949).
[8]) MUHLBOCK, O.: Acta physiol. et pharmacol, Neerl. **1** (4), 645 (1950).
[9]) NEALE, A., and M. MENTON: Amer. J. Dis. Childr. **76** (11), 102 (1948).
[10]) KEITH, H. M., W. M. CRAIG and J. W. KERNOHAN: Pediatrics **3**, 839 (1949).
[11]) COPISAROW, M.: Edinburgh Med. J. **46**, 781 (1939); **49**, 425 (1942).
[12]) ARMHEIM, E. E.: Pediatrics **8**, 309 (1951).
[13]) CLOUDMAN, A. M.: Science [Lancaster, Pa.] **93**, 380 (1941).
[14]) LAW, L. W.: Cancer Res. **2**, 108 (1942).

Interspezifische Sterilpaarung als konkurrenzökologischer Faktor bei Gammariden (Crustacea, Peracarida).

Ökologische Untersuchungen an *Gammarus duebeni* haben immer wieder zu dem Ergebnis geführt, daß dieser vornehmlich im Brackwasser lebende Flohkrebs durch andere *Gammarus*-Arten in Lebensräume mit relativ ungünstigen Umweltbedingungen (kleine Brackwassertümpel, Gräben, abgelegene Buchten größerer Gewässer) verdrängt wird. Im Brackwasser sind seine Gegenspieler vor allem *G. salinus* und *G. zaddachi*[1–4]), im Süßwasser *G. pulex*[5]). Da *duebeni* eine viel größere Amplitude der wesentlichsten Umweltfaktoren (Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, p_H) zu ertragen vermag, also eine größere physiologische Potenz besitzt[3]) als seine Konkurrenten, stellt die Beschränkung seines Vorkommens gewissermaßen einen Rückzug dar, der bedingt ist durch die *Konkurrenz* und ermöglicht wird durch eine große physiologische *Toleranz*.

Warum ist *duebeni* nicht konkurrenzfähig? Welcher Art ist diese Konkurrenz überhaupt? — Trotz eingehender Untersuchungen von verschiedenen Seiten ist bis heute keine Antwort auf diese Fragen gefunden worden. Vermutlich handelt es sich um ein komplexes ökologisches Beziehungsgefüge. Es lassen sich indessen zwei Tatsachen herausstellen, welche in diesem Zusammenhang von Bedeutung sind.

1. Sowohl in einem kleinen Brackgewässer innerhalb der Stadt Kiel („Kleiner Kiel"), in dem *duebeni* mit *salinus* und *zaddachi* gemeinsam vorkommt, als auch im Laboratorium konnte immer wieder beobachtet werden, daß Männchen von *salinus* und *zaddachi* mit *duebeni*-Weibchen präkopulieren. Mit einer Ausnahme (*duebeni*-♂ und *salinus*-♀) wurden *duebeni*-Männchen aber niemals in Präkopula mit Weibchen anderer Gammariden angetroffen.

Im Experiment wurden 90 geschlechtsreife *duebeni* und 90 geschlechtsreife *salinus* [von beiden Arten Weibchen und Männchen im Geschlechtsverhältnis 1 ♂ : 2 ♀ [3]),[7])] in einem großen Behälter (10‰, 16,5° C) zusammengebracht und über 3 Monate in wöchentlichen Abständen die Anzahl der interspezifischen Präkopulanten gezählt. Bezogen auf die Gesamtzahl der präkopulierenden Tiere wurden im Mittel 9% *salinus*-Männchen mit *duebeni*-Weibchen angetroffen, aber kein *duebeni*-Männchen mit *salinus*-Weibchen. Der gleiche Versuch mit *zaddachi* ergab 7% interspezifische Präkopulanten. Auch hier wurde keine Paarung zwischen *duebeni*-Männchen und *zaddachi*-Weibchen beobachtet. — In Einzelexperimenten ließen sich mehr als 60% von 50 *duebeni*-Weibchen mit *salinus*- oder *zaddachi*-Männchen paaren.

Diese Beobachtungen sind ökologisch insofern von Bedeutung, als die mit Männchen einer fremden Art präkopulierenden *duebeni*-Weibchen *für die Fortpflanzung ausfallen*. Sie werden nämlich von den Männchen bis zur Ablage der Eier festgehalten. Vermutlich kommt es in den meisten Fällen sogar zu einer definitiven Kopulation. Die Eier sind jedoch niemals entwicklungsfähig. — Eine nachträgliche Befruchtung durch arteigene Männchen findet im allgemeinen nicht statt, da die Eier nur unmittelbar nach ihrer Ablage befruchtungsfähig sind und die Männchen auf Weibchen mit abgelegten Eiern bereits nach kurzer Zeit nicht mehr ansprechen[3]).

2. Nach bisher unveröffentlichten eigenen Ergebnissen bringt ein *salinus*- oder *zaddachi*-Weibchen unter gleichen Umweltbedingungen pro Brut mehr Eier hervor als ein *duebeni*-Weibchen, die Eier entwickeln sich schneller und werden in kürzeren Zeitintervallen abgelegt, das Wachstum ist rascher, die Geschlechtsreife wird also früher erreicht. Mit anderen Worten: die Vermehrungsrate von *salinus* und *zaddachi* ist um ein Vielfaches größer als die von *duebeni*.

Da nun die Männchen der genannten Arten trotz ihrer relativ geringeren Zahl (Geschlechtsverhältnis im Biotop 1:2 bis 1:3) nicht nur für die jeweils kopulationsbereiten Weibchen der eigenen Art voll ausreichen, sondern in vielen Fällen sogar ohne Weibchen ausgehen[3]), ist in dieser Hinsicht ein *Männchenüberschuß* vorhanden. Dieser wirkt sich für *duebeni* nachteilig aus, weil durch interspezifische Paarung stets ein Teil der *duebeni*-Weibchen von der Fortpflanzung ausgeschlossen wird. Unter günstigen Umweltbedingungen vermehren sich *salinus* und *zaddachi* um ein Vielfaches schneller als *duebeni*, so daß immer mehr *salinus* und *zaddachi*-Männchen für eine Paarung mit *duebeni*-Weibchen frei werden. *G. salinus* und *zaddachi* dehnen ihr Areal daher mehr und mehr aus und verdrängen *duebeni* schließlich.

Durch ungünstige Bedingungen (starke Temperaturschwankungen, vorübergehende Aussüßung usw.) dagegen werden die stenovalenten Arten *salinus* und *zaddachi* in ihrem Fortkommen stark gehemmt (hohe Mortalität, Unterbindung der Fortpflanzung), so daß nunmehr *duebeni* im Vorteil ist.

Inwieweit bei *pulex* und *duebeni* im Süßwasser Englands ähnliche Verhältnisse vorliegen, muß vorerst dahingestellt bleiben. Vermutlich ist mit der interspezifischen Sterilpaarung, der unterschiedlichen physiologischen Potenz und der größeren Vermehrungsrate von *salinus* und *zaddachi* nur ein Teil dieses Konkurrenzphänomens erklärt. Da Nahrungs- und Raumkonkurrenz offensichtlich von untergeordneter Bedeutung sind, erscheint eine wechselseitige stoffliche Beeinflussung (arteigene „Duftstoffe", Stoffwechselendprodukte) nicht völlig ausgeschlossen.

Zoologisches Institut der Universität Kiel.

OTTO KINNE.

Eingegangen am 28. Juli 1954.

[1]) SEGERSTRÅLE, S. G.: Soc. Sci. fenn., Comment. Biol. **10**, 1 (1950).
[2]) FORSMAN, B.: Zool. Bidr. Uppsala **29**, 215 (1951).
[3]) KINNE, O.: Z. wiss. Zool. **157**, 427 (1953).
[4]) KINNE, O.: Zool. Jb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. **82**, 405 (1954).
[5]) HYNES, H. B. N.: J. Animal Ecol. **23**, 38 (1954).
[6]) KINNE, O.: Kiel. Meeresforsch. **9**, 134 (1952).
[7]) KINNE, O.: Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven **1**, 187 (1952).

Untersuchungen über die Symbiose der Triatomiden Rhodnius prolixus Stål und Triatoma infestans Klug.

Widersprechende Literaturangaben über die Symbionten von *Rhodnius prolixus* und *Triatoma infestans* von ERIKSON[3]), WIGGLESWORTH[1]), [6]), WEURMAN[5]) und GEIGY[4]) gaben Veranlassung, beide Arten einer vergleichenden Untersuchung zu unterziehen[2]).

Für die eigenen Untersuchungen wurde Fleischbouillonagar (FbAg) als Kulturmedium verwendet, auf dem zum Teil schon nach 12 Std bei 30° C deutliches Wachstum zu erkennen war. An Hand von etwa 100 Kulturversuchen ergab sich, daß beide Wanzenarten im Darm zwei verschiedene Mikroorganismen beherbergen, von denen der eine regelmäßig auftritt, während der andere in etwa 50% aller Fälle durch Kultur nachgewiesen werden konnte. Die nach dem Saugen aus dem Kot isolierten Organismen wurden auch aus dem Darm der Wanzen isoliert.

Bei dem in beiden Wanzenarten regelmäßig vorhandenen symbiontischen Mikroorganismus handelt es sich um einen Actinomyceten, wie ERIKSON[3]) und WIGGLESWORTH[1]) für *Rhodnius prolixus* übereinstimmend festgestellt haben. Die Zugehörigkeit des Triatoma-Symbionten zur Pseudomonasgruppe, wie sie WEURMAN[5]) vertrat, konnte ebensowenig bestätigt werden wie eine Verwandtschaft mit Streptococcus viridans oder mit Enterokokken[4]). Die Nocardien aus *Rhodnius prolixus* und *Triatoma infestans* scheinen derselben Art anzugehören. Eine Unterscheidung ist bisher weder nach morphologischen noch nach physiologischen Merkmalen gelungen. Gelatineverflüssigung, wie sie ERIKSON[3]) für Actinomyces (Nocardia) rhodnii festgestellt hat, haben wir bei unserer Nocardia nicht beobachtet, wohl aber bei dem begleitenden Mikroorganismus, bei dem es sich um einen auf FbAg schwach wachsenden Kokkus handelt, der häufig als Diplococcus und gelegentlich in kurzen Ketten auftritt. In den Kulturen kann er leicht übersehen werden, da er in den Kot- und Darmausstrichen nur schwach wächst und meist von der symbiontischen Nocardia überwuchert wird. Es ist nicht ausgeschlossen, daß ERIKSON[3]) bei der Prüfung auf Gelatineverflüssigung beide Mikroorganismen in Kultur hatte; GEIGY dagegen hat entweder nur den Kokkus isoliert oder aber nur die kokkoiden Bruchstücke der Nocardie beobachtet. In Mischkultur und in Kot- und Darmpräparaten lassen sich beide Mikroorganismen morphologisch nicht oder nur schwer voneinander unterscheiden, da auch die Nocardia überwiegend in Gestalt kokkenförmiger Zellen vorliegt. Physiologisch verhält sich der Kokkus dagegen völlig verschieden. So konnte der Kokkus im Gegensatz zur Nocardia anorganischen Stickstoff verwerten und Gelatine verflüssigen; in Milch erfolgte Säuregerinnung und Peptonisierung. Nährböden mit Zusatz von Glukose und Erythrozyten färbten sich dunkelbraun, Nährböden mit Zusatz von Glukose und Serum zeigten, von den Impfstrichen ausgehend, eine milchig-weiße Trübung.

Die bei steriler Aufzucht der Wanzen nach BRECHER[1]) und GEIGY[4]) beobachteten Ausfallserscheinungen decken sich mit unseren Ergebnissen. In sterilen Aufzuchten der beiden Wanzenarten lassen sich die Symbionten durch Re-Infektion gegeneinander austauschen, desgleichen die begleitenden Kokken. Dagegen ist es bisher nicht gelungen, zwei Bakterienstämme anderer Herkunft im Darm anzusiedeln. Steril aufgezogene Wanzen, die nur mit dem Kokkus infiziert wurden, zeigten die gleichen Ausfallserscheinungen wie symbiontenfreie Wanzen. Beide Mikroben sind also auch dem Wirt gegenüber physiologisch ungleichwertig. Weitere Versuche sollen Auskunft über die Vitaminproduktion der Nocardien und der Begleitorganismen geben.

Institut für Mikrobiologie, Mahlum über Derneburg.

F. BEWIG und W. SCHWARTZ.

Eingegangen am 2. August 1954.

[1]) BRECHER, G., u. V. B. WIGGLESWORTH: Parasitology **35**, 220 (1944).
[2]) BUCHNER, P.: Endosymbiose der Tiere mit pflanzlichen Mikroorganismen. Basel u. Stuttgart: Birkhäuser 1953.
[3]) ERIKSON, D.: Med. Res. Coun. London, Spec. Rep. Ser. Nr. 203, 61 (1935).
[4]) GEIGY, R., L. A. HALFF u. V. KOCHER: Schweiz. med. Wschr. **1953**, Nr. 39, 928.
[5]) WEURMAN, C.: Antonnie van Leeuwenhoek **11** (1946).
[6]) WIGGLESWORTH, V. B.: Parasitology **28**, 284 (1936).

Elektrophysiologischer Nachweis einer I-Retina bei einem Säuger (Citellus citellus L.).

Auf Grund des Elektroretinogramms (ERG) kann bei der Netzhaut verschiedener Tierarten ein E-Typ und ein I-Typ unterschieden werden[1]). Hauptunterscheidungsmerkmal ist die Verdunklungsschwankung (*d*-Welle, off-Effekt), die beim I-Typ deutlich ausgeprägt ist, hingegen beim E-Typ fehlt oder nur eben angedeutet ist. Während die Netzhäute der Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel dem I-Typ angehören, besitzen alle bisher untersuchten Säuger Netzhäute vom E-Typ. Eine Ausnahme von dieser Regel wurde nunmehr beim Ziesel (Citellus citellus L.) festgestellt, dessen ERG im Zuge vergleichender elektrophysiologisch-histologischer Studien (gemeinsam mit V. VILTER, Paris) untersucht wurde.

Methodik. Bei vier etwa 100 g schweren Tieren wurde in leichter Urethannarkose und nach Atropinisierung des untersuchten Auges das ERG mittels Drahtschleifenelektroden (Pt 0,1 mm) corneal bzw. supraorbital abgeleitet und mit RC-gekoppeltem Verstärker und Kathodenstrahloszillograph registriert. Versuche mit Fadenelektroden beim intakten wachen Tier — wegen des höheren Störpegels nur orientierend durchgeführt — lieferten prinzipiell gleiche Ergebnisse. Der Lichtreiz bestand aus einem kreisrunden Leuchtfeld von 180000 asb maximaler Leuchtdichte und 8° Durchmesser, die Reizdauer war variabel.

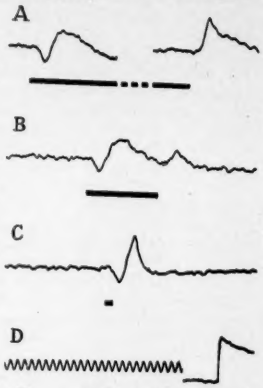


Fig. 1. Elektroretinogramm des Ziesels (Citellus citellus L.) bei Lichtreizen von verschiedener Dauer. *A*: 2 sec; *B*: 0,2 sec; *C*: 0,02 sec; *D*: Eichung (Zeit: 50 Hz, Spannung: 0,1 mV). Reizintensität: 180000 asb.

Ergebnisse. Wie Fig. 1 zeigt, weist das ERG des Ziesels einen deutlich ausgeprägten off-Effekt auf, dessen Amplitude mit steigender Reizdauer zunimmt und schließlich die Höhe der Belichtungsschwankung (on-Effekt) überschreiten kann. Damit besitzt die Retina des Ziesels das typische Merkmal einer I-Retina. Bei Flimmerlicht ergaben sich charakteristische Interferenzbilder, wobei mit dem Maximalreiz eine Verschmelzung der Potentialwellen bei etwa 40 Reizen/sec erreicht wurde. Bemerkenswert ist schließlich die Tatsache, daß ein quantitativ auswertbares ERG nur mit hohen Reizintensitäten erzielt werden konnte und daß zumindest in diesem Bereich kein wesentlicher Einfluß des Adaptationszustandes auf die Größe des on- und off-Effektes nachzuweisen war. Dies überrascht keineswegs, da das Ziesel als retinale Rezeptoren ausschließlich Zapfen aufweist[2]), [3]), [4]) und in dieser Hinsicht einen seltenen Extremfall unter den Säugern darstellt. Der in vorliegender Untersuchung erbrachte Nachweis einer I-Retina beim Ziesel gewinnt damit besondere Bedeutung. Er zeigt, daß die E-Retina keineswegs als allgemeines Merkmal der Säuger betrachtet werden darf, sondern mit hoher Wahrscheinlichkeit an das Überwiegen eines bestimmten Rezeptortyps (Stäbchen) gebunden ist.

Bekanntlich wird die angeborene Nachtblindheit des Menschen auf einen Ausfall der Stäbchenfunktion zurückgeführt. Da das ERG bei dieser Anomalie ebensowenig einen deutlichen off-Effekt zeigt wie das normale menschliche ERG[5]), liegt die Annahme nahe, daß die Störung lediglich die skotopische, nicht aber die photopische Funktion der Stäbchen betrifft, so daß die Netzhaut nicht den Charakter einer reinen Zapfenretina erhält. Nach wie vor ungeklärt bleibt die Frage, inwieweit der off-Effekt bzw. die ihm zugrunde liegenden Komponenten den Rezeptoren selbst oder ihren synaptischen Verbindungen zuzuschreiben sind. Für künftige Untersuchungen in dieser Richtung sowie zum Problem der retinalen Hemmung steht mit dem Ziesel ein Versuchstier zur Verfügung, das ermöglicht, die Reaktionen der I-Retina auch beim Säuger zu studieren.

Physiologisches Institut der Universität Wien.

H. BORNSCHEIN.

Eingegangen am 19. Juli 1954.

[1]) GRANIT, R.: Sensory mechanisms of the retina. London 1947.
[2]) KOLMER, W.: Handbuch der mikroskopischen Anatomie, Bd. III/2, S. 295. Berlin 1936.
[3]) KARLI, P.: C. R. Soc. Biol. Paris **145**, 1376 (1951).
[4]) VILTER, V.: Persönliche Mitteilung.
[5]) BORNSCHEIN, H., u. G. SCHUBERT: Z. Biol. **106**, 229 (1953).

Triploide Krötenbastarde mit experimentell verdoppeltem mütterlichem Genom.

In seinen Vererbungsstudien berichtet C. HERBST[3]), daß triploide Seeigelbastardlarven mit einem experimentell verdoppelten mütterlichen Genom deutlich mutterähnlicher sind als aus diploiden Eiern gezüchtete. Der Ausführung ähnlicher Versuche an Amphibien stand die Schwierigkeit entgegen, eine Verdoppelung des mütterlichen Kernapparates auszulösen. Inzwischen aber ist die Temperaturschockbehandlung befruchteter Amphibieneier, die durch die Unterdrückung des 2. Richtungskörpers zu einer Verdoppelung des Eikernmaterials führt[1]),[2]),[7]), so weit verbessert worden, daß mit einem größeren Prozentsatz aufregulierter diploider Eier gerechnet werden kann.

Es wurden daher im letzten Frühjahr die drei einheimischen Krötenarten zu wechselseitigen Bastardierungen in Kombination mit der Schockbehandlung benutzt. Es wurden von uns die Erd- und Wechselkröte reziprok gekreuzt sowie die Eier der Erd- und Wechselkröte mit der Kreuzkröte. Das Befruchtungsergebnis war überall fast 100%ig. $^1/_4$ Std nach Besamung wurden die Eier nach der uns von ROSTAND[7]) freundlichst mitgeteilten Anweisung für 15 min in Wasser von 33° oder für 6 Std in Wasser von 0,5° gebracht. Dann wurden sie bei Zimmertemperatur weitergezüchtet. Der Erfolg der Schockbehandlung wurde dadurch geprüft, daß gleichzeitig andere Eier mit Spermien von Rana fusca besamt wurden, die durch Trypaflavin entkernt waren[4c]). Bei positivem Ergebnis der Schockbehandlung entstehen dann aus den diploidkernig gewordenen Eiern lebensfähige diploide Larven, während sonst haploidkernige wassersüchtige Zwerglarven auftreten, die meist schon nach 14 Tagen absterben.

Wir beschränken uns hier darauf, die bisherigen Ergebnisse der reziproken Kreuzungen von Erd- und Wechselkröte nach Temperaturschock zu besprechen. Wie bei den meisten Artkreuzungen verläuft die Entwicklung disharmonisch[4a]),[4b]). Die Störungen sind aber bei der Kreuzung Erdkröte ♀× Wechselkröte ♂ verhältnismäßig gering. Obgleich ein Teil der Bastarde schon auf dem Larvenstadium abstirbt, häufig mit ödematöser Anschwellung des Rumpfes, kommt ein erheblicher Teil zur Metamorphose und läßt sich weiterzüchten. Dann erscheint auch das Hautkleid der Bastarde deutlich grün gefleckt als Ausdruck des väterlichen Erbes. — Viel schlechter ist der Verlauf der reziproken Kreuzung. Schon die Gastrulation verläuft sehr gestört. Es kommt zu ausgedehntem Zellzerfall, und die Bastarde sterben stark mißbildet spätestens am 11. Tage ab. Die bemerkenswerten Unterschiede der Entwicklungsfähigkeit der reziproken Bastarde konnten durch G. HERTWIG und I. WEISS[5]) auf quantitativer Grundlage geklärt werden. Während Erd- und Wechselkröte in den meisten Organen gleich große Zellen besitzen, sind die Erythrozyten und die Keimzellen bei der Erdkröte erheblich größer als bei der Wechselkröte. Durch variationsstatistische Untersuchungen zeigte KRETSCHMANN, daß die Spermidenkerne der Erdkröte ein doppelt so großes Volumen besitzen wie diejenigen der Wechselkröte und somit der nächsthöheren Verdoppelungskernklasse angehören. Diese Kernklassenunterschiede werden bei der Bastardierung nicht ausgeglichen. Bei der Befruchtung der Erdkröteneier mit artgleichem Samen vereinigen sich zwei Quanten mütterlicher mit der gleichen Menge väterlicher Kernsubstanz, bei dem Bastard dagegen zwei Quanten mütterlichen mit einem Quant väterlichen Kernmaterials. Die Kerne der Bastarde sind, wie durch zahlreiche Kernmessungen sichergestellt[6]), somit nur $^3/_4$ so groß wie die der reinen Erdkröte. Hat Schockbehandlung zu einer Aufregulation geführt, so vereinigen sich vier Quanten mütterlicher mit einem Quant väterlicher Kernsubstanz. Da schon bei der normalen Kreuzung das Verhältnis von artgleichem Kernmaterial zu artgleichem Plasma im Vergleich zu dem die Entwicklung störenden artfremden Kern ein recht günstiges ist, was die gute Entwicklung dieser Bastarde erklärt, so ist nach der Schockbehandlung das Verhältnis von artgleichem zu artfremdem Kernmaterial (4:1) und damit zu dem Eiplasma noch günstiger geworden. Messungen ergaben, daß die Kerngrößen der triploiden Bastarde sich zu denen normaler Erdkrötenlarven wie 5:4, zu denen nicht aufregulierter Bastardlarven wie 5:3 verhalten. Entsprechend verlief auch die Entwicklung der triploiden noch etwas besser als diejenige der diploiden Bastarde. Sie kamen häufiger und früher zur Metamorphose. Es muß später geprüft werden, ob die Hautfärbung mutterähnlicher und ob die normalerweise intermediäre Größe der Erythrozyten mehr der Mutter angeglichen ist.

Bei den reziproken Bastarden ist die Entwicklung viel stärker gestört, weil hier ein Quant Eikernmaterial sich mit zwei Quanten artfremden väterlichen Materials vereinigt hat. Bei den mit Temperaturschock behandelten Eiern ist das Verhältnis des väterlichen und mütterlichen Kernmaterials dagegen wie 2:2. Die Entwicklung dieser triploiden Bastarde verläuft deshalb auch erwartungsgemäß deutlich günstiger. Die Störungen bei der Gastrulation waren nicht so stark, obgleich es auch hier noch zu einem Zellzerfall kam. Die bestentwickelten triploiden Larven konnten bis zum 22. Tage lebend erhalten werden und zeigten im Gegensatz zu den diploiden Bastarden Schwimmbewegungen.

Die Versuche werden zur Zeit noch fortgeführt.

Anatomisches Institut der Martin-Luther-Universität Halle a. d. Saale. G. HERTWIG, G. RUHLAND und I. WEISS.

Eingegangen am 28. Juli 1954.

[1]) FRANKHAUSER, G.: J. Morphology **68**, 161 (1941).
[2]) FISCHBERG, M.: Rev. suisse Zool. **51**, 430 (1944).
[3]) HERBST, C.: Arch. Entw.mechan. **39**, 617 (1914).
[4]) HERTWIG, G.: a) Arch. mikrosk. Anat. **91**, 203 (1918). — b) Z. Anat. u. Entw.gesch. **92**, 718 (1930). — c) Anat. Anz., Erg.-H. **58**, 223 (1924).
[5]) HERTWIG, G., u. I. WEISS: Gegenbaurs morph. Jb. **94** (1954).
[6]) KRETSCHMANN, H.: Gegenbaurs morph. Jb. **95** (1954).
[7]) ROSTAND, J.: C. R. Soc. Biol. Paris **115**, 1680 (1934); **141**, 563 (1947).

Sarcophaga carnaria als obligatorischer Regenwurmparasit.

Bei der Nachprüfung unserer Untersuchung[2]) kommt KIRCHBERG[1]) zu dem Schluß, daß Sarcophaga carnaria ein *obligatorischer* Regenwurmparasit ist und nicht — wie wir angenommen hatten — ein fakultativer. Meine in Fortsetzung von [2]) 1953 und 1954 durchgeführten Freilandbeobachtungen und Laboratoriumsversuche lassen mich aus folgenden Gründen zu dem gleichen Schluß kommen, nämlich daß S. carnaria ein echter Parasit ist: Wie auch KIRCHBERG mitteilt, *suchen* die Weibchen nach Regenwurmhäufchen und -röhren. Eine Larvenablage konnte von mir beobachtet werden, sowohl im Freiland wie im Versuchskäfig. Die Weibchen dringen auch in die Röhren ein, wie Funde von nicht entwickelten Eiern zeigen. Die Larven sind gegenüber anderen Sarcophaga-Arten (die in Kot oder Aas brüten) durch erheblich größere Kriechgeschwindigkeit ausgezeichnet und für die Suche nach dem Wirt daher besonders gut ausgerüstet. Die schon in [1]) mitgeteilten Befunde über die Art, wie die S. carnaria-Larven, im Gegensatz zu anderen S.-Arten, in den Wirt eindringen, deutet auf eine Spezialisierung. Daß auch clitellumlose Würmer befallen werden, habe auch ich gefunden; solche mit Clitellum werden jedoch vorgezogen; und bei denen ohne Clitellum wie bei denen mit Clitellum werden die Clitellum-Segmente und die ihnen benachbarten Segmente vor anderen deutlich bevorzugt, was auch auf eine Spezialisierung schließen läßt. Eine ausführliche Darstellung dieser Befunde und hiermit zusammenhängender physiologischer Untersuchungen erfolgt demnächst an anderer Stelle.

Zoologisches Institut der Universität Heidelberg.
ANNA IDA EBERHARDT.

Eingegangen am 24. August 1954.

[1]) KIRCHBERG, E.: Z. Morph. u. Ökol. Tiere **43**, 99 (1954).
[2]) EBERHARDT, A. I., u. G. STEINER: Z. Morph. u. Ökol. Tiere **41**, 147 (1952).

Berichtigung.

In der Kurzen Originalmitteilung „Die mikromaßanalytische Bestimmung von Schwefel in organischen Substanzen" von K. TETTWEILER und W. PILZ, Naturwiss. **41**, 332 (1954) muß es auf Seite 332, Zeile 18 von unten heißen „Unterdrückung" statt „Untersuchung", auf Seite 333, Zeile 22 von oben „maskieren" statt „markieren".

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.

Einführung in die Atomphysik

Von Professor Dr. **Wolfgang Finkelnburg**, Erlangen. Dritte, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 266 Abbildungen. XI, 543 Seiten Gr.-8°. 1954. Ganzleinen DM 44.—

Inhaltsübersicht: Einleitung. — Atome, Ionen, Elektronen, Atomkerne, Photonen. — Atomspektren und Atombau. — Die quantenmechanische Atomtheorie. — Die Physik der Atomkerne. — Physik der Moleküle. — Festkörper-Atomphysik. — Tabelle der für die Atomphysik wichtigsten Konstanten und Beziehungen. — Sachverzeichnis.

Die Atomphysik in dem umfassenden Sinne, in dem sie von Professor Finkelnburg in seinem schon zu einem Standardwerk gewordenenen Buch dargestellt wird, hat sich in den letzten Jahren in zunehmendem Maße nicht nur zur Grundlage der gesamten modernen Physik, sondern auch entscheidender Gebiete der reinen und angewandten Chemie, der Astronomie, der Biologie und Medizin sowie nicht zuletzt der Elektrotechnik und zahlreicher Zweige der Ingenieurwissenschaften entwickelt. Für die wichtige Aufgabe, die Grundlagen der Atomphysik in anschaulicher und verständlicher Weise nicht nur den Studenten aller genannten Fächer, sondern auch ihren schon im Beruf tätigen Vertretern nahezubringen, wird die neubearbeitete dritte Auflage sich als besonders geeignet erweisen. Unter Erhaltung der bewährten Darstellungsart der beiden ersten Auflagen ist sie nicht nur auf den neuesten Stand der schnell fortschreitenden Wissenschaft gebracht worden, wobei den Kapiteln über Kernphysik und Festkörperphysik ein ihrer heutigen Bedeutung entsprechender Raum eingeräumt wurde, sondern auch in zahlreichen Einzelheiten ergänzt, verbessert und klarer gefaßt worden.

Kosmische Strahlung

Vorträge gehalten im Max-Planck-Institut für Physik, Göttingen. Zweite Auflage. Von L. Biermann, P. Budini, J. Buschmann, M. Deutschmann, E. Freese, K. Gottstein, R. Hagedorn, W. Heisenberg, F. G. Houtermans, H. Jahn, G. Lüders, R. Lüst, W. Macke, H. M. Mayer, P. Meyer, G. Molière, R. Oehme, K. Ott, W. Paul, F. Sauter, A. Schlüter, K. Symanzik, M. Teucher, C. F. v. Weizsäcker, K. Wirtz, B. Zumino. Herausgegeben von Professor Dr. **Werner Heisenberg**, Direktor des Max-Planck-Instituts für Physik, Göttingen. Mit 256 Abbildungen und 1 Tafel. VIII, 620 Seiten. Gr.-8°. 1953. Ganzleinen DM 78.—

Inhaltsübersicht: Einführung: Übersicht über den heutigen Stand der Kenntnisse von der kosmischen Strahlung. — Die Herkunft der kosmischen Strahlung: Einfluß des Erdmagnetfeldes. Empirische Daten über die Primärkomponente. Zeitliche Schwankungen. Die Entstehung der Höhenstrahlung. — Nukleonen und π-Mesonen: Die Nukleonenkomponente in der Atmosphäre. „Sterne" in photographischen Platten. Durchdringende Schauer (Zählrohr- und Nebelkammermessungen). Stöße in Ionisationskammern. Empirisches über Eigenschaften der π-Mesonen. π^0-Mesonen und γ-Strahlung. Theorie der Explosionsschauer. Kaskaden im Atomkern. Kernverdampfungen in Photoplatten. Theorie der Verdampfungsprozesse bei Kernexplosionen. Neutronen in der Atmosphäre. Schwere instabile Teilchen. — μ Mesonen: Historisches. Masse des μ-Mesons. Zerfall und Einfang der μ-Mesonen. Theorie des μ-e-Zerfalls und des μ-Einfangs. Kernstöße schneller μ-Mesonen. μ-Mesonen in der Atmosphäre. Kosmische Strahlung unter Grund. — Elektronen-Lichtquantenkomponente: Überblick über die Elektronen-Lichtquantenkomponente. Die Einzelprozesse der Elektronen und Lichtquanten. Ergebnisse der Kaskadentheorie. Empirisches über Elektronen und Photonen. Direkte Paarerzeugung durch Elektronen. — Das Zusammenspiel der Komponenten: Qualitativer Überblick. Theorie der Nukleonenkaskade. Die Entwicklung der Nukleonen-Mesonenkomponente in der Atmosphäre. Allgemeine Theorie der Elektronen-Photonenkaskade. Die Entwicklung der Elektronen-Photonenkomponente in der Luft. Experimentelles über große Luftschauer. Eindimensionale Theorie der großen Luftschauer. Winkel- und räumliche Verteilung der Elektronenkomponente der großen Luftschauer. Anhang: Die theoretischen Grundlagen für Streuung und Bremsung geladener Teilchen. Streuung und Bremsung energiereicher Elektronen. Die Durchführung und Auswertung von Messungen in kernphotographischen Emulsionen. Ergänzungen zur Theorie der Elektronen-Photonenkaskade und der großen Luftschauer. Klassische Feldtheorie der Mesonen. Quantisierte Feldtheorie der Mesonen. Formeln, Tabellen und Kurven. — Verzeichnis der Abkürzungen und Formelzeichen. — Literatur und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Die statistische Theorie des Atoms und ihre Anwendungen

Von Professor Dr. **P. Gombás**, Direktor des physikalischen Instituts der Universität für technische Wissenschaften in Budapest. Mit 59 Textabbildungen. VIII, 406 Seiten. Gr.-8°. 1949. DM 58.50; Ganzleinen DM 60.—

Inhaltsübersicht: Allgemeiner Teil. Allgemeine Grundlagen. — Das statistische Modell nach Thomas und Fermi. — Erweiterungendes statistischen Modells. — Störungsrechnung. — Weiterentwicklung der statistischen Theorie. — Spezieller Teil. Atome. — Moleküle. — Kristalle. — Materie unter hohem Druck. — Anhang. — Zahlenwerte häufig benutzter Konstanten und Einheiten. — Literatur-, Namen- und Sachverzeichnis.

Grundlagen der Atomphysik

Eine Einführung in das Studium der Wellenmechanik und Quantenstatistik

Von Dr. phil. **Hans Adolf Bauer**, Professor an der Technischen Hochschule und der Universität in Wien. Vierte, umgearbeitete und bedeutend erweiterte Auflage. Mit 244 Textabbildungen. XX, 631 Seiten. 8°. 1951. Ganzleinen DM 45.—

Inhaltsübersicht: Die Teilchenstruktur der Materie. — Die Wellenstruktur der Materie. — Die Vereinigung des Teilchen- und Wellenbildes in der Wellen-(Quanten-)Mechanik. — Schrödingers Störungstheorie. — Relativistische Verallgemeinerung der Wellenmechanik (Diracsche Theorie). — Quantenstatistik. — Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / WIEN

Mathieusche Funktionen und Sphäroidfunktionen mit Anwendungen auf physikalische und technische Probleme

Von Dr. **Josef Meixner**, ord. Professor für Theoretische Physik an der Technischen Hochschule Aachen und Dr. **Friedrich Wilhelm Schäfke**, Dozent für Mathematik an der Universität Mainz. Mit 29 Abbildungen. (Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Bd. LXXI.) XII, 414 Seiten. Gr.-8°. 1954.

DM 49.—; Ganzleinen DM 52,60

Inhaltsübersicht: I. MATHIEUsche Funktionen. Historisches. II. Sphäroidfunktionen. Historisches. III. Anwendungen der MATHIEU- und Sphäroidfunktionen. IV. Zur Darstellung. V. Beschränkungen. VI. Zur Bezeichnung. — **I. Grundlagen:** Die Separation der Schwingungsgleichung in elliptischen Koordinaten und ihren Grenzfällen. Aus der Theorie der ganzen Funktionen endlicher Ordnung. Über Parameterabhängigkeit bei gewöhnlichen linearen Differentialgleichungen. Über Eigenwertprobleme mit einem Parameter. Eigenwertprobleme mit zwei Parametern I, II, III. Über dreigliedrige lineare Rekursionen. Eine Verallgemeinerung der HANKELschen asymptotischen Reihen. — **2. Mathieusche Funktionen.** Die MATHIEUsche Differentialgleichung. Allgemeines. Die Funktionen $\lambda_\nu(h^2)$ und $\mathrm{me}_\nu(z; h^2)$. Die Stabilitätskarte. Charakteristische Kurven. Die Funktionen $M_\nu^{(j)}(z; h)$. Das Additionstheorem. Weitere Reihenentwicklungen und Integralrelationen. Die Funktionen ganzer Ordnung. Ergänzungen. — **3. Sphäroidfunktionen.** Die Sphäroiddifferentialgleichung. Allgemeines. Die Sphäroidfunktionen $\mathrm{ps}_n^m(z; \gamma^2)$. Über Zylinder- und Kugelfunktionen. Der charakteristische Exponent ν. Die Funktionen $\lambda_\nu^\mu(\gamma^2)$ und $\sim \tilde{\mathrm{Q}}\mathrm{s}_\nu^\mu(z; \gamma^2)$ $[\nu \neq {}^1/_2 (\mathrm{mod}\ 1)]$. Die Funktionen Ps_ν^μ, Qs_ν^μ, ps_ν^μ, qs_ν^μ und $\mathrm{S}_\nu^{\mu(j)}$ $[\nu \neq {}^1/_2 (\mathrm{mod}\ 1)]$. Ein Additionstheorem. Weitere Reihenentwicklungen und Integralrelationen. — Ergänzungen. — **4. Anwendungen der Mathieuschen Funktionen und der Sphäroidfunktionen.** Mechanische und elektrische Schwingungen mit periodisch veränderlichen Parametern. Systeme mit räumlich periodischer Struktur. Mechanische und akustische Eigenschwingungen. Elektromagnetische Eigenschwingungen. Abstrahlungsprobleme. Beugungsprobleme. Wellenmechanische Probleme. — Literaturverzeichnis. Verzeichnis der wichtigsten Funktionssymbole. Namen- und Sachverzeichnis.

Siebenstellige Tafeln der elementaren transzendenten Funktionen

Von Dr. **Friedrich Lösch**, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart. VIII, 335 Seiten. 4°. 1954.

Ganzleinen DM 49.80

Inhaltsverzeichnis: Einleitung. — Tafel I. Neunstellige Werte der elementaren transzendenten Funktionen für $x = 0\,(0{,}0001)\,0{,}1$. — Tafel II. Siebenstellige Werte der elementaren transzendenten Funktionen für $x = 0{,}1\,(0{,}0005)\,3{,}15$; $x = 3\,(0{,}01)\,10$; $x = 10\,(0{,}1)\,20$; Werte von $\operatorname{tg} x$ für $x \approx \frac{\pi}{2}$; Werte von $\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Tg}\,x$ und $\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Ctg}\,x$ für $x \approx 1$. — Tafel III. Siebenstellige Werte elementarer Funktionen für $x = 0\,(1)\,100$. — Tafel IV. Zwölfstellige Werte von $\frac{\pi}{2} n$ für $n = 0\,(1)\,100$. — Tafel V. Siebenstellige Werte der Funktionen $\sin \frac{\pi}{2} x$, $\cos \frac{\pi}{2} x$ für $x = 0\,(0{,}001)\,0{,}5$. Tafel VI. Siebenstellige Werte der Funktionen $e^{\frac{\pi}{2} x}$, $e^{-\frac{\pi}{2} x}$, $\mathfrak{Sin} \frac{\pi}{2} x$, $\mathfrak{Cof} \frac{\pi}{2} x$ für $x = 0\,(0{,}01)\,2$. — Tafel VII. Siebenstellige Werte der Funktionen $e^{\frac{\pi x}{180}}$, $e^{\frac{\pi x}{180}}$, $\mathfrak{Sin} \frac{\pi x}{180}$, $\mathfrak{Cof} \frac{\pi x}{180}$ für $x = 0\,(1)\,180$. — Tafel VIII. Umwandlung von Bogenmaß (x) in Gradmaß (φ). — Tafel IX. Umwandlung von Gradmaß (φ) in Bogenmaß (x). — Tafel X. Einige oft gebrauchte Zahlenwerte.

Einführung in die höhere Mathematik

Vorlesungen an der Universität Berlin (1920—1934) von **Georg Feigl †**, bearbeitet und herausgegeben von **Hans Rohrbach**, o. Professor der Mathematik an der Universität Mainz. Mit 19 Abbildungen. VIII, 375 Seiten. Gr.-8°. 1953.

Ganzleinen DM 26.80

Inhaltsübersicht: **I. Komplexe Zahlen:** Vorbemerkungen über reelle Zahlen. Das Rechnen mit komplexen Zahlen. Das Rechnen mit endlichen Summen und Produkten. — **II. Zahlenreihen und Vektoren:** Das Rechnen mit Zahlenreihen. Deutung reeller Zahlenreihen als Vektoren für $n = 1, 2, 3$. Deutung von Zahlenreihen als Vektoren im allgemeinen Fall. — **III. Determinanten:** Determinanten 2. Ordnung. Definition der Determinante 3. Ordnung. Das Vorzeichen einer Permutation. Definition und Eigenschaften der Determinante n-ter Ordnung. Einige Sätze über Determinante. — **IV. Polynome und rationale Funktionen:** Polynome in einer Veränderlichen. Teilbarkeitseigenschaften. Anwendungen (Partialbruchzerlegung). Polynome in mehreren Veränderlichen. — **V. Systeme von linearen Gleichungen:** Allgemeine Sätze über die Lösungen eines linearen Gleichungssystems. Der Hauptfall $m = n$ eines linearen Gleichungssystems. Der Rang einer Matrix. Der allgemeine Fall eines homogenen Gleichungssystems. Der allgemeine Fall eines inhomogenen Gleichungssystems. — **VI. Der Gruppenbegriff:** Das Rechnen mit Permutationen. Definition der Gruppe. Einige Eigenschaften einer Gruppe. — **VII. Matrizen und lineare Substitutionen:** Quadratische Matrizen. Rechteckige Matrizen. Lineare Substitutionen. — **VIII. Grundbegriffe der Mengenlehre:** Verknüpfung und Abbildung von Mengen. Abzählbare und nichtabzählbare Mengen. Geordnete Mengen. — **IX. Die ganzen rationalen Zahlen:** Die Menge der natürlichen Zahlen. Das Rechnen mit natürlichen Zahlen. Die Addition der ganzen Zahlen. Die Multiplikation der ganzen Zahlen. — **X. Die rationalen Zahlen:** Das Rechnen mit rationalen Zahlen. Der Bereich der rationalen Zahlen. Folgerungen für das Buchstabenrechnen. Mehrgliedrige Ausdrücke. — **XI. Die reellen Zahlen:** Die positiven reellen Zahlen. Der Bereich aller reellen Zahlen. Stetigkeit der Menge der reellen Zahlen. — **Namen- und Sachverzeichnis.**

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Vorlesungen über höhere Mathematik

Von Dr. phil. **Adalbert Duschek**, o. Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule Wien.

Dritter Band: **Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen. Variationsrechnung. Funktionen einer komplexen Veränderlichen.** Mit 107 Textabbildungen. IX, 512 Seiten. Gr.-8°. 1953.

DM 36.50; Ganzleinen DM 38.80

Früher erschien:

Erster Band: **Integration und Differentiation der Funktionen einer Veränderlichen. Anwendungen. Numerische Methoden. Algebraische Gleichungen. Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung.** Mit 167 Textabbildungen. X, 395 Seiten. Gr.-8°. 1949.

Ganzleinen DM 29.—

Zweiter Band: **Unendliche Reihen. Integration und Differentiation der Funktionen von mehreren Veränderlichen. Abschluß der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Fehlertheorie und Ausgleichsrechnung. Lineare Algebra. Tensorfelder.** Mit 125 Textabbildungen. VI, 386 Seiten. Gr.-8°. 1950. DM 26.—; Ganzleinen DM 29.—

In Vorbereitung:

Vierter Band: **Randwertprobleme. Reihenentwicklungen. Integralgleichungen. Laplace-Transformation.**

SPRINGER-VERLAG / WIEN